

الضوء في تجارب

مكتبة الطفل . مكتبة الطفل . مكتبة الطفل . مكتبة الطفل . مكتبة الطفل . مكتبة الطفل .

١٨ السلسلة العلمية

في سبيل ثقافة علمية هادفة للاطفال
تصدر
دائرة ثقافة الاطفال
ثلاث سلاسل من الكتب العلمية للاطفال والاحداث

- السلسلة الاولى بعنوان (صديقتنا الطبيعة) وهي موجهة للاطفال بعمر ٧ ـ ٨ سنوات وصدر منها ستة كتب هي :

١ ـ الحيوانات في الطبيعة .
٢ ـ النباتات في الطبيعة .
٣ ـ الصخور في الطبيعة .
٤ ـ الهواء في الطبيعة .
٥ ـ الماء في الطبيعة .
٦ ـ المعادن في الطبيعة .

- السلسلة الثانية بعنوان (حكايات رائد) وهي موجهة للاطفال بعمر ٩ ـ ١٠ سنوات وصدر منها ستة كتب هي :

١ ـ رائد والقمر .
٢ ـ رائد والغذاء .
٣ ـ رائد والآلات .
٤ ـ رائد والشمس .
٥ ـ رائد والنخيل .
٦ ـ رائد والنفط .

- السلسلة الثالثة بعنوان (نتعلم من التجربة) وهي موجهة للاحداث بعمر ١١ ـ ١٢ سنة وصدر منها ستة كتب هي :

١ ـ الهواء في تجارب .
٢ ـ الماء في تجارب .
٣ ـ الكهرباء في تجارب .
٤ ـ الحواس في تجارب .
٥ ـ الكيمياء في تجارب .
٦ ـ الضوء في تجارب .

ترقبوا صدور كتب اخرى في هذه السلاسل العلمية الثلاث .

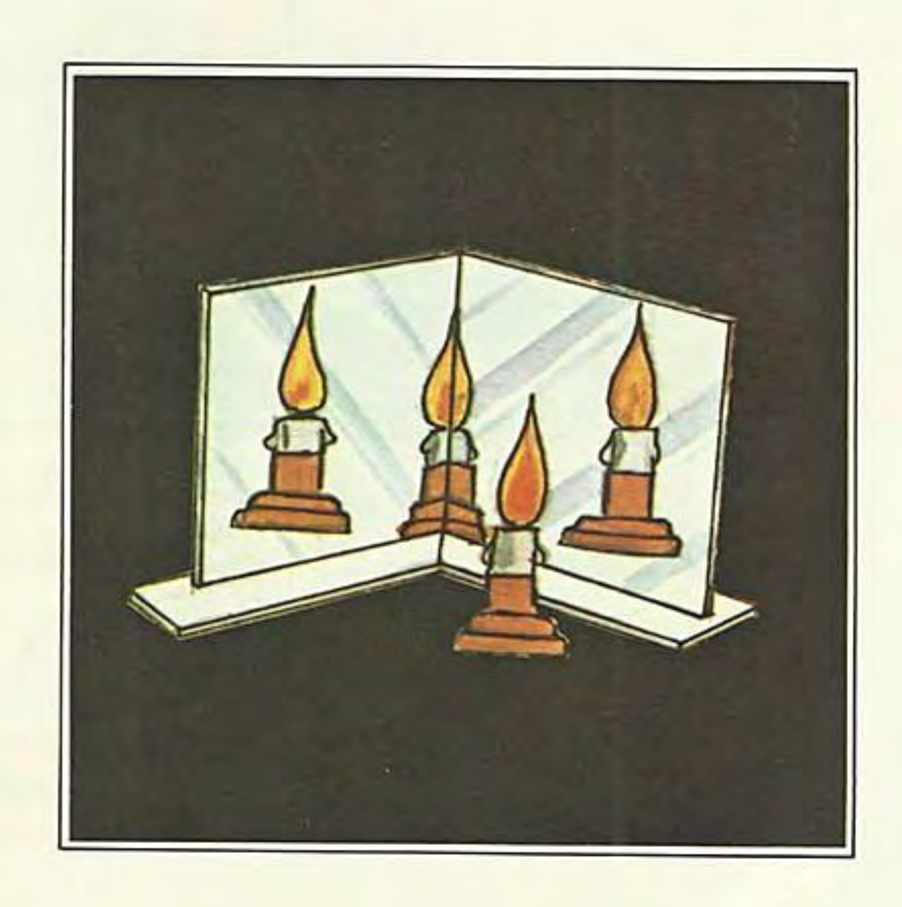
الجمهورية العراقية – وزارة الثقافة والاعلام – دائرة ثقافة الاطفال – مكتبة الطفل

الناشر : دائرة ثقافة الاطفال – ص . ب ١٤١٧٦ بغداد

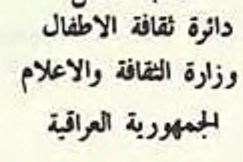
ثمن النسخة داخل العراق ٥٠ فلساً عراقياً
وخارج العراق ١٥٠ فلساً عراقياً أو ما يعادلها

الضوء في تجارب

تأليف : كامل أدهم الدبّاغ



رسوم : سهام كوركيس
تصوير : ناصر عبد الحسين



- مكتبة الطفل -
دائرة ثقافة الاطفال
وزارة الثقافة والاعلام
الجمهورية العراقية

السلسلة العلميّة ١٨





نتعلم من التجربة ٦

الضوء في الطبيعة وفي الحياة



هل صادفَ أن شاهدتَ في يومٍ من الأيام (قَوس قُزَح) في السّماء . إنّه ، بحقٍ ، مشهدٌ رائعٌ وجَميل !

الأرجحُ أنَّكَ شاهدتَ هذا القَوسَ . ورُبّما شاهدتَهُ أكثرَ من مَرّة . إنَّه قَوسٌ كبيرٌ ملوَّنٌ يظهرُ أحياناً في الأيام المُمطرة ، عندما يكونُ المطرُ منهمراً من امامِك وتكونُ الشمسُ مشرقةً مِنْ خلفِك .

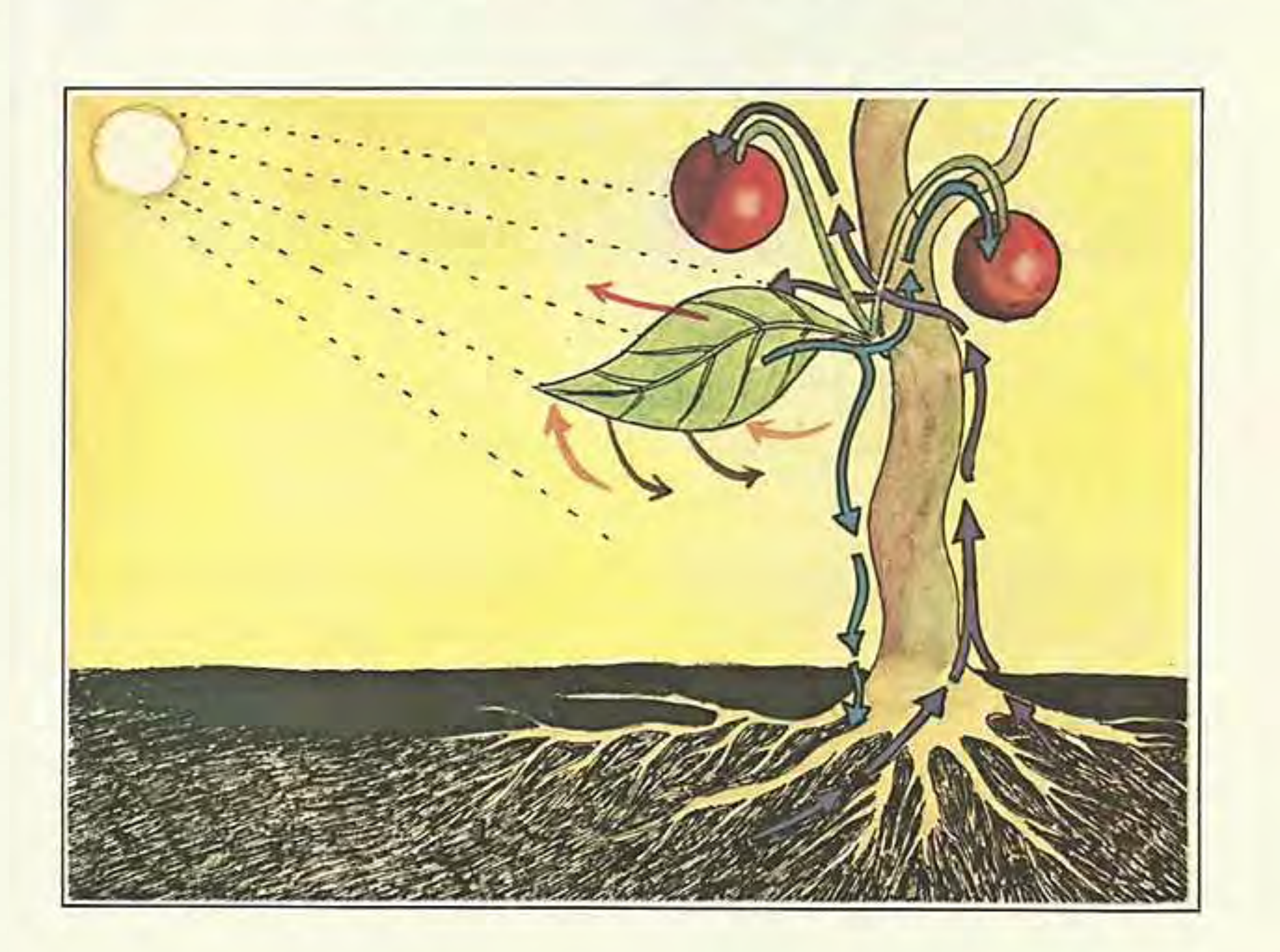
وإذا كنتَ لم تُشاهدْ قَوسَ قُزَح حتى الآن ، فتلكَ ولا شكَّ خسارةٌ لمُتعةٍ كبيرةٍ ، من حَقّكَ أن تأسَفَ عَليها . ولعلَّكَ تُشاهِدُهُ في يومٍ من الأيامِ في المستقبل . ولكننا لن نترُكَكَ تنتظرُ حتى ذلك اليوم . بل نشرحُ لكَ ، في إحدى تجاربِ هذا الكتابِ ، كيفَ تستطيعُ أن تحصلَ بنفسِكَ على قَوسِ قُزح .

أمّا إذا أردتَ أنْ تعرفَ ممَّ يتكوَّنُ قَوسُ قُزح وكيفَ يتكوَّنُ ؟ فإنَّ عليكَ أنْ تعرفَ قبلَ ذلكَ الكثيرَ عن الضَّوءِ وعن خصائِصِ الضَوءِ . فقوسُ قُزح ما هو إلّا ظاهرةٌ ضوئيةٌ تحدثُ في السَّماءِ . ولا يُمكنُ أن تفهمَ هذهِ الظّاهرةَ مالم تتعرَّفْ على بعضِ خصائِصِ الضَّوءِ نفسِهِ .

ولكنَّ الضَّوءَ لا يعني فقط (قوسَ قُزح) . وهو لا يَعني فقط الظَّواهرَ الأخرى التي تحدثُ في الطَّبيعة . بل هو أكثرُ من ذلك وهو يَعني الكثيرَ بالنسبةِ للانسانِ وبالنِّسْبَةِ لبقيةِ الكائناتِ الحيَّةِ من حَيَواناتٍ ونباتات .

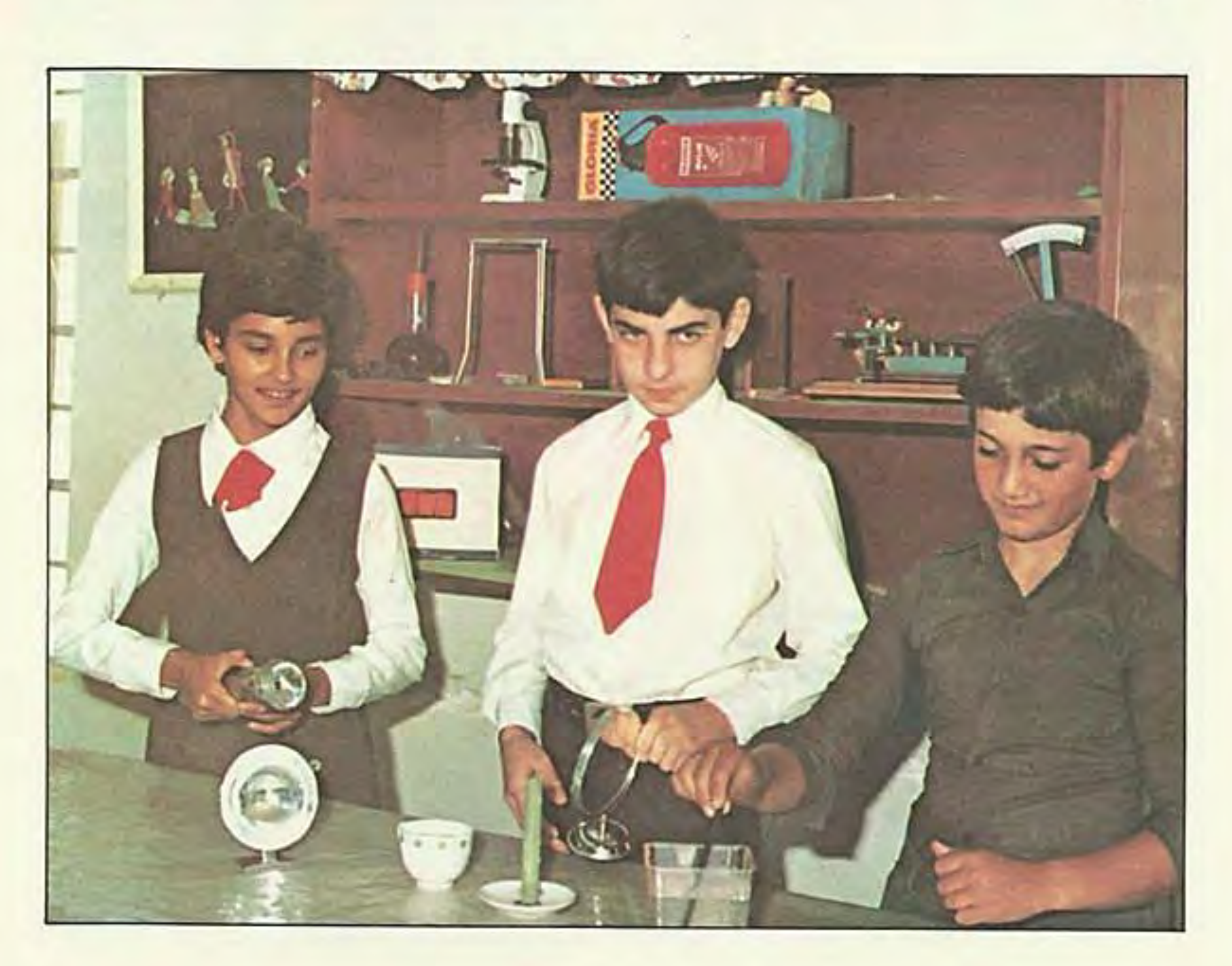
تخيَّلْ فقط كيفَ يُمكنُ أن تكونَ حياتُنا لو كنَّا نعيشُ في ظلامٍ دائم . وتذكَّرْ فَرحةَ الطُّيورِ وهي تنطلقُ مُغَرِّدةً مع أولى إشْعاعاتِ الضَّوءِ في الصَّباح . وحتى النَّباتاتُ الخضراءُ فلا حياةَ لها بدونِ ضوءِ الشَّمس . فهذهِ النَّباتاتُ تحتاجُ الى ضَوءِ الشَّمسِ لانتاجِ غِذائِها في العمليةِ التي تُسمى (عمليةَ التركيبِ الضَّوئي)

وإذا كانَ الضَّوءُ بهذهِ الأهميةِ في الطَّبيعةِ وفي الحياةِ فلعَلَّكَ تُريدُ أن تَعرِفَ الكثيرَ عنه وعن خصائِصِه . وليس أفضلَ لتحقيقِ ذلك من التجاربِ العمليةِ التي تقومُ بها بنفسِك . والتي تساعِدُكَ على اكتِشافِ الكثيرِ من الحقائقِ العلميةِ التي تبحثُ عنها عن الضّوء .





وقد شَرَحنا لكَ عَزيزي القارئَ في هذا الكِتابِ مجموعةً من التجاربِ الضَّوئيةِ البَسيطةِ التي نعتقدُ بأنَّكَ تَستطيعُ القيامَ بها بِنَفسِكَ وبأجهزةٍ بسيطةٍ يَسهلُ عليكَ الحصولُ عليها أو عملُها . حاولْ إجراءَ هذه التَّجاربِ واستِخلاصَ ما تستطيعُ استخلاصَه منها من معلومات . ثمَّ واصلْ بعدَ ذلكَ تجاربكَ ودراساتِكَ عن الضّوءِ في مصادرَ أخرى . فمعرفةُ الضّوءِ لا تنتهي عند مجموعةٍ واحدةٍ مُعيَّنةٍ من التَّجاربِ أو عند كتابٍ واحدٍ معيَّن .



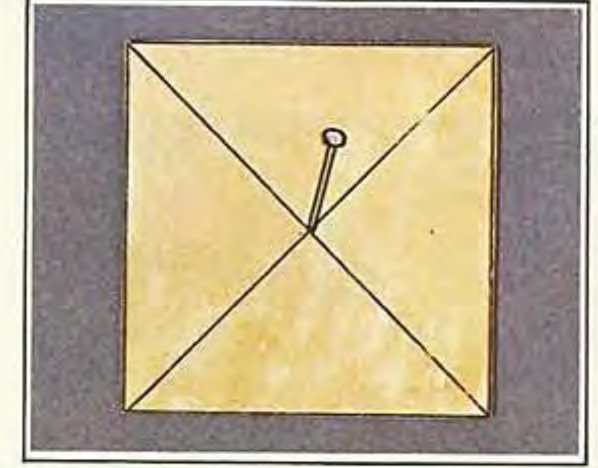
انتشار الضوء

تجربة (١) هل الضوءُ يسيرُ بخطوطٍ مستقيمةٍ ؟

خذْ ثلاثَ بطاقاتٍ من الوَرقِ السَميكِ وثبتها على قاعدةٍ من الفلين أو من الخشبِ بحيثُ يُمكنُ إيقافُها على المِنضَدةِ في وضعٍ رأسي ، ثم اثقبْها بدبّوسٍ بحيثُ تكونُ الثّقوبُ في البِطاقاتِ الثّلاثِ على ارتفاعٍ واحدٍ من سطحِ المِنضَدة . ويُمكنُكَ لهذا الغَرضِ وضعُ البطاقاتِ فوقَ بعضِها وثقبُها في آنٍ واحد . أو ارسم قطري كل بِطاقةٍ ، إذا كانتِ البطاقاتُ متساويةً ، واثقبها من نقطةِ تقاطعِ القطرين (شكل ١ – أ)

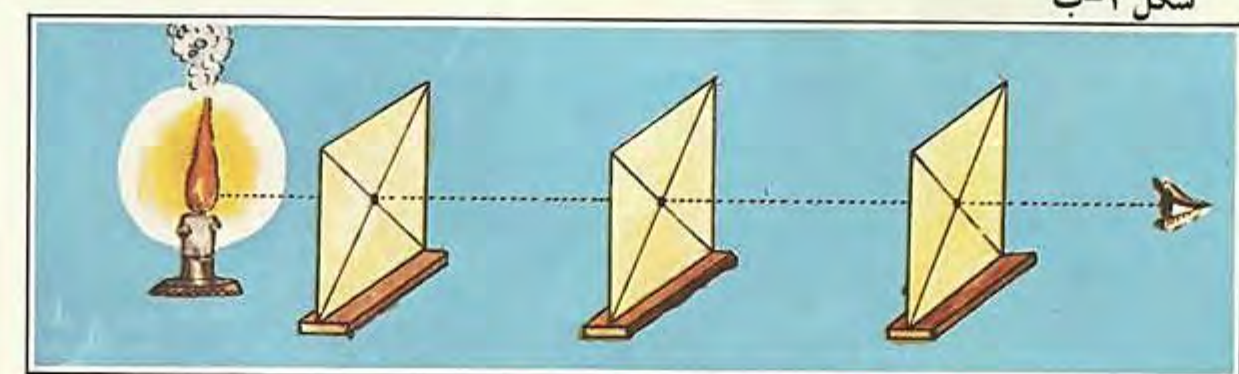
ضع البِطاقاتِ الثّلاثَ فوقَ سَطحِ المِنضدةِ بحيثُ تكونُ على استقامةٍ واحدةٍ وبحيث تكونُ أوجُهُها متقابلةً (شكل١ – ب)

ضعْ على إحدى جهتي المَجموعةِ شمعةً مشتعلة . أنظرْ الى الشّمعة من الجهةِ الثّانيةِ للمَجموعةِ ومن خِلالِ الثّقوبِ الموجودةِ في البطاقات . إذا لَزِمَ الأمر فحرِّكِ البِطاقاتِ قَليلاً من

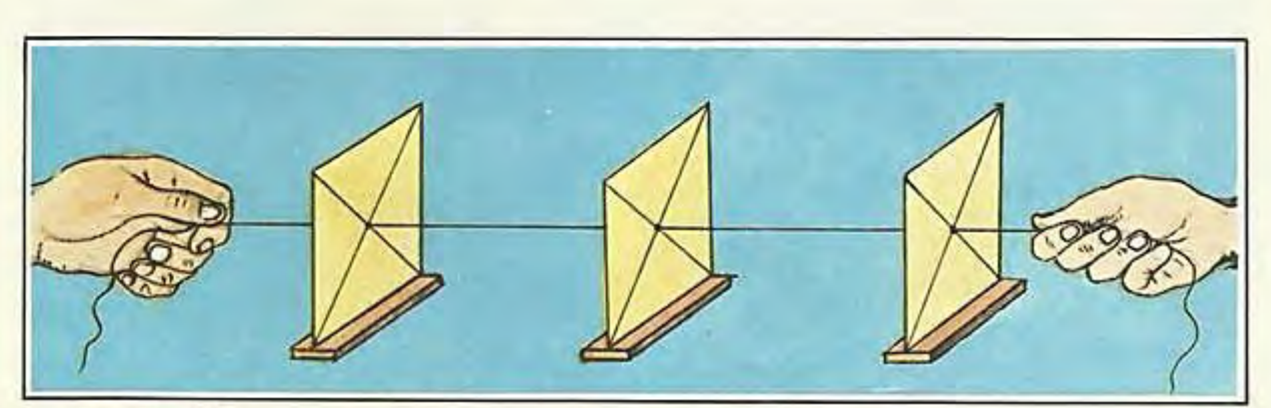


شكل ١–أ

شكل ١–ب



مَوضِعها الى أن تستطيعَ رُؤيةَ لَهبِ الشَّمعة . والآنَ ، ومن دونِ ان تحرِّكَ البِطاقاتِ ، أدخِلْ خَيطاً أو سلكاً رفيعاً من الثّقوبِ وشُدَّهُ من طَرَفيْهِ حتى يصبحَ على شَكلِ خطٍ مستقيمٍ (شكل ١ – ج) . هل تأكدتَ الآن بأنَّ الثّقوبَ الثّلاثةَ على استقامةٍ واحدةٍ ؟ وهل يؤكدُ لك ذلكَ بأن الضَّوءَ ينتشرُ ويسيرُ بخطوطٍ مستقيمةٍ ؟

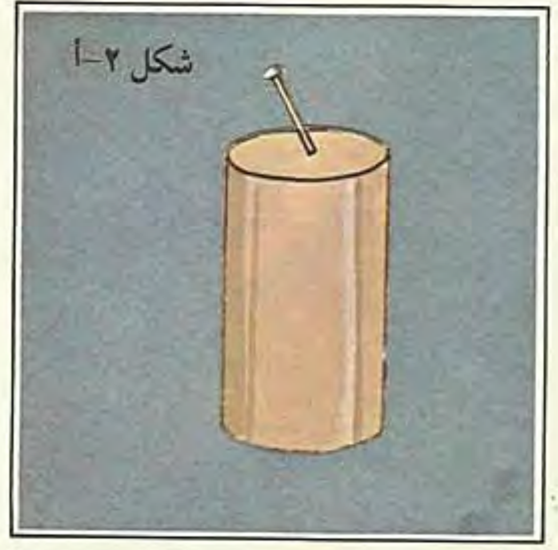
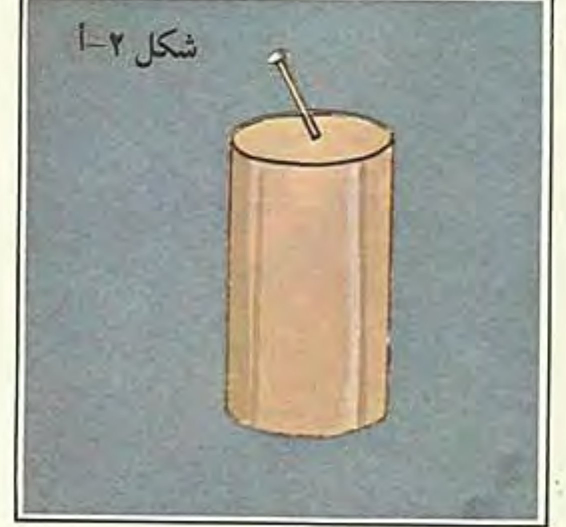


شكل ١–ج



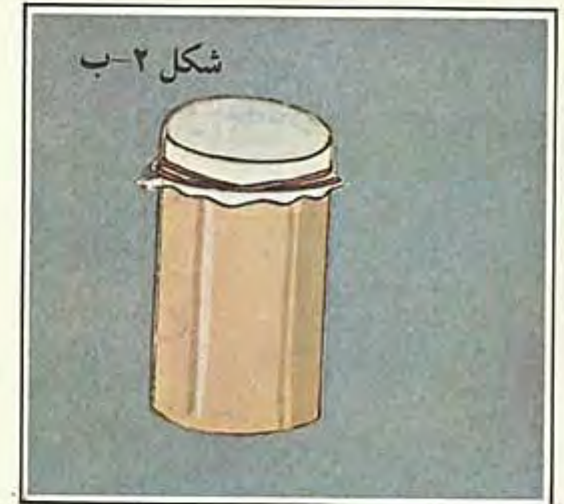
تجربة (٢) صورةٌ مقلوبةٌ للشّمعةِ :

وهذه تجربةٌ اخرى تؤكد لكَ أيضاً بأنَّ الضّوءَ يسيرُ بخطوطٍ مستقيمةٍ . وتحتاجُ لإجراءِ هذه التجربةِ الى عُلبةٍ فارغةٍ متوسطةِ الحجمِ من العُلبِ المتوفِّرةِ لديكَ في البَيتِ مثلَ علبِ الحليبِ أو عُلبِ القَهوة . وعندَ عدمِ توفُرها يُمكنكَ عملُ عُلبةٍ مُماثلةٍ من الورقِ السَّميكِ المتوفر لديك .

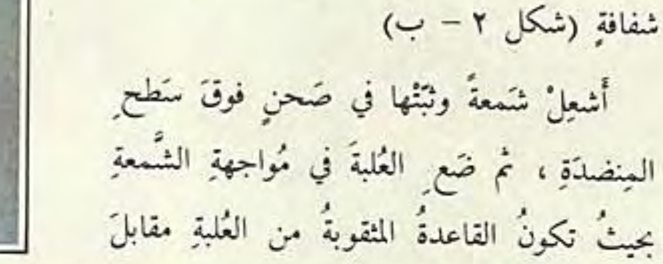



شكل ٢–أ

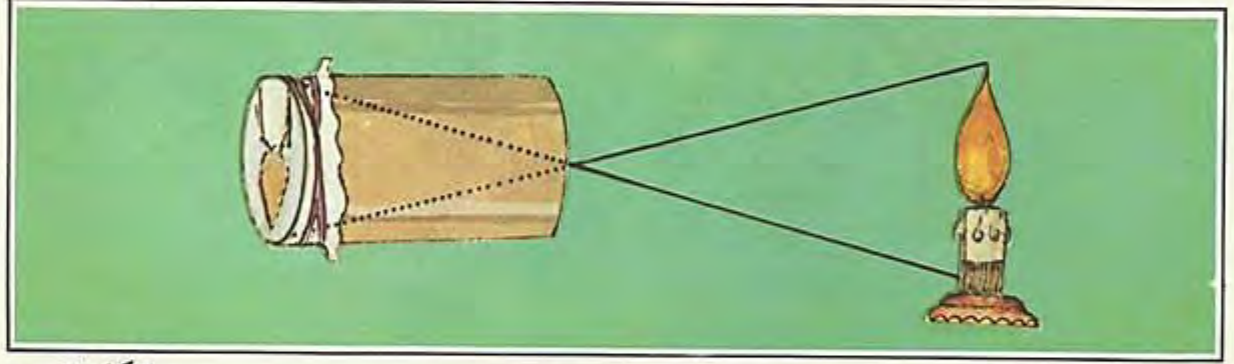
أُثقبْ قاعدةَ العُلبةِ من وسَطِها بدَبُوسٍ أو مسمارٍ رفيعٍ جداً (شكل ٢ – أ) ثمَّ غطِّ فوّهةَ العُلبةِ بقطعةٍ من الورقِ نصفِ الشّفّاف أو من المناديلِ الورقيةِ الخفيفة . ويُمكنكَ ايضاً استعمالُ ورقةٍ عاديةٍ بيضاء بعد مسحِها بالزّيتِ لتُصبحَ نصفَ شفافةٍ (شكل ٢ – ب)




شكل ٢–ب



أشعِلْ شَمعةً وثبّتْها في صَحنٍ فوقَ سَطحِ المِنضدَةِ ، ثم ضَعِ العُلبةَ في مُواجهةِ الشّمعةِ بحيثُ تكونُ القاعدةُ المثقوبةُ من العُلبةِ مقابلَ



شكل ٢–ج



الشمعةِ ثم انظرْ الى الجهةِ الثّانيةِ من العُلبة المُغطاةِ بالوَرَقةِ نصفِ الشّفّافَة . هل تشاهدُ صورةَ الشّمعةِ على هذه الوَرَقةِ ؟ وهل هي صورةٌ مقلوبةٌ ؟ (شكل ٢ – ج)

إذا لم تكن الصُورةُ واضحةً حرِّكِ العُلبةَ الى أمام أو خلفَ الى أن تظهرَ الصورة . ويُفضَّلُ اجراءُ التّجربةِ في غُرفةٍ مُظلمةٍ لتكونَ صورةُ الشّمعة أكثرَ وضُوحاً . هل تأكدتَ الآنَ بأنَّ الصّورةَ مقلوبةٌ !

لاحِظ الآنَ مَسارَ الأشِعَّةِ الصّادرةِ من الشّمعةِ والمارّةِ من خِلالِ الثُّقب . هل كان يُمكنُ أنْ تكونَ الصّورةُ مقلوبةً لو لمْ تكنْ هذه الاشعةُ قد سارت بخطوطٍ مستقيمةٍ ؟ ألا يؤكِّدُ لك ذلك مرَّةً أُخرى بأنَّ الضّوءَ يسيرُ بخُطوطٍ مُستقيمة .

تجربةُ (٣) الظِّلُ وشبهِ الظِّلِ :



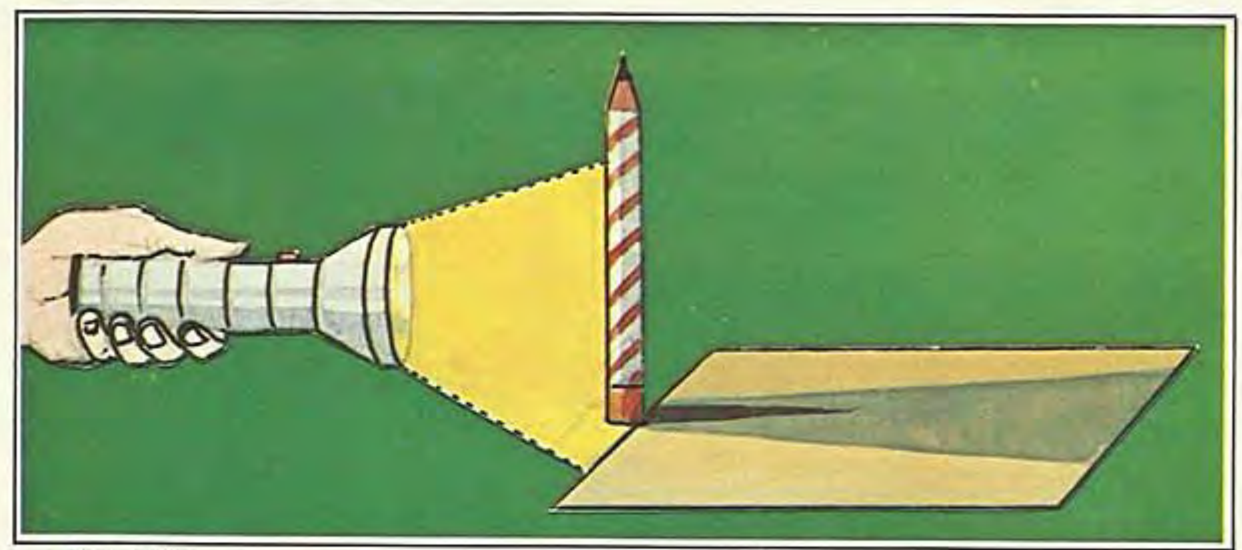
أنت لاشكَّ ، على معرفةٍ جيّدةٍ بظاهرةِ الظّلال . في النّهارِ وتحتَ ضوءِ الشمسِ تستطيعُ ملاحظةَ ظلِّ جسمِك على الأرضِ وقِسْ على ذلك ظِلالَ الأجسامِ الأُخرى كالأشجارِ والأعمدةِ والأبنيةِ وغيرِها .

وفي الليلِ يُمكنُك أيضاً ملاحظةُ الظّلالِ تحتَ ضوءِ القَمرِ أو ضوءِ المصابيحِ التي تستعملُها (شكل ٣ ـ أ) . وفي هذه التجربةِ سوف تتعرَّفُ بصورةٍ أدَقّ على ظاهرةِ الظِلال . وظاهرةِ شبهِ الظّلالِ ، وسوف يتَّضحُ لك أيضاً أنَّ تكوّنَ الظِلالِ وتكوّنَ شِبهِ الظِلالِ هو تأكيدٌ آخرُ على أنَّ الضّوءَ يسيرُ بخطوطٍ مستقيمة .

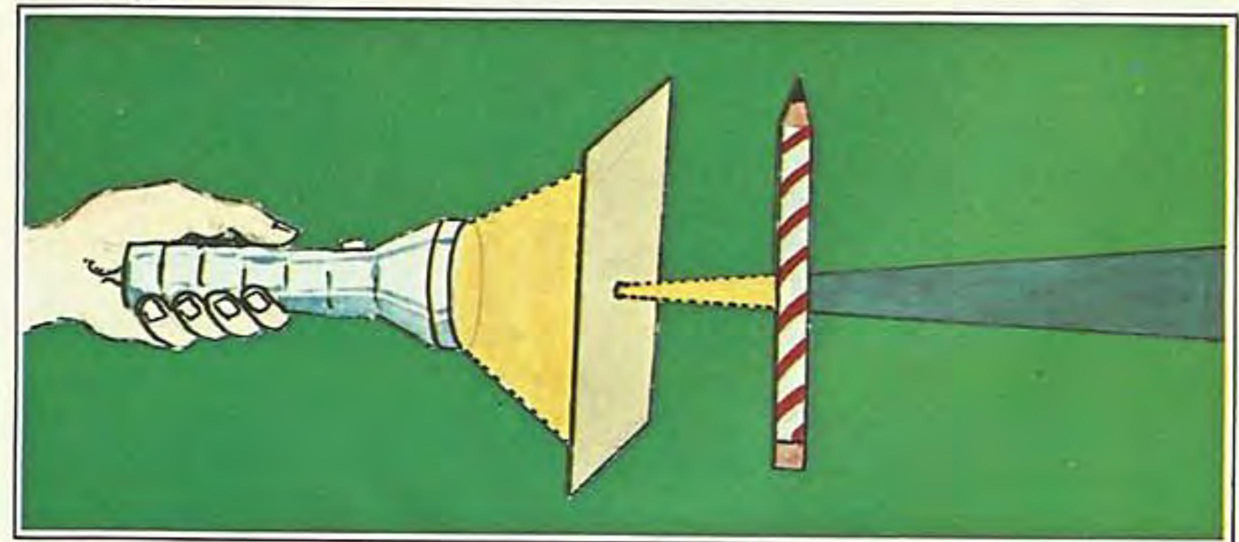
ونحتاجُ لإجراءِ هذه التَجربةِ الى مصدرِ ضوءٍ قويٍ ، ويُمكنُك لهذا الغَرضِ استعمالُ المصباحِ الكهربائي اليَدوي . ونحتاجُ أيضاً الى جسمٍ اسطوانيٍ مثبتٍ على قاعدةٍ من الفِلّينِ أو الخشبِ ويُمكنُكَ استعمالُ قلَمِ الرّصاصِ لهذا الغرضِ بحيثُ يكونُ القلمُ في وضعٍ رأسي .

ضعْ ورقةً بيضاء على سطحِ المِنضَدةِ ثم ضَعِ القَلَمَ المُثبّتَ على القاعِدةِ فوقَ الورَقَة . وَجِّهِ الضّوءَ من المِصباحِ الى القلَم . ولاحظِ الظِّلَّ المتكوِّنَ على الورقة . هل لاحَظتَ المِنطقَةَ الشّديدةَ السّوادِ ؟ هذه المَنطقة هي الظِّل . وهل لاحظتَ على جانبيها مِنطقةً أُخرى أقلَّ سواداً ؟ هذه المِنطقةُ هي شِبهُ الِظّل .

ضَعِ الآنَ حاجزاً من الوَرقِ السّميكِ بين المصباحِ الكهربائي والقَلَمِ واثقُبْ في الحاجزِ ثَقباً صَغيراً ، قُطرُهُ أقلُ من عَرضِ القَلَم . ولاحظِ الظِّل المتكونَ في هذه الحالة . هل توجدُ الآنَ منطقةٌ لِشبهِ الظِّلِ ؟ ولماذا اختفتْ مِنطقةُ شِبهِ الظِّل (شكل ٣-ب)



شكل ٣-أ



شكل ٣-ب

لعلّكَ قد استنتجتَ من هذه التّجربةِ بأنَّ مصدرَ الضّوءِ إذا كانَ أكبرَ من الجِسمِ ، في هذه الحالةِ يتكونُ للجسمِ ظلٌّ وشبهٌ للظل . أمّا إذا كانَ مصدرُ الضّوءِ أصغرَ من الجِسمِ فيتكوّنُ للجسمِ ظلٌّ فقط ولا يتكونُ له شِبهُ ظل . هل يعني ذلك أنَّ الضّوءَ يسيرُ بخطوطٍ مستقيمةٍ ؟ لاحظِ الشّكلَ (٣-ج) وسوف يتضحُ لك سببُ تكوّنِ شِبهِ الظّلِ عندما يكونُ مصدرُ الضّوءِ كبيراً بالنّسبة للجسم . في هذه الحالةِ تُضاءُ مِنطقة شِبهِ الظّلِ بجزءٍ من المصدرِ الضّوئي المقابلِ لها .

يُمكنُكَ إجراءُ هذه التجربةِ في النّهارِ تحتَ ضوءِ الشّمسِ وسوفَ تلاحظ ، بكل تأكيدٍ ، الظّلَّ وشبهَ الظّلِ . وأنت تعلمُ ، بأنَّ الشّمسَ في الواقعِ ، كبيرةٌ جداً وهي أكبرُ من جميعِ الأجسامِ التي تعرفُها على سطحِ الأرض . ولذلك تتكونُ لهذه الاجسامِ تحتَ ضوءِ الشّمسِ مناطقُ ظِلّ ومناطقُ شبهِ الظّل .

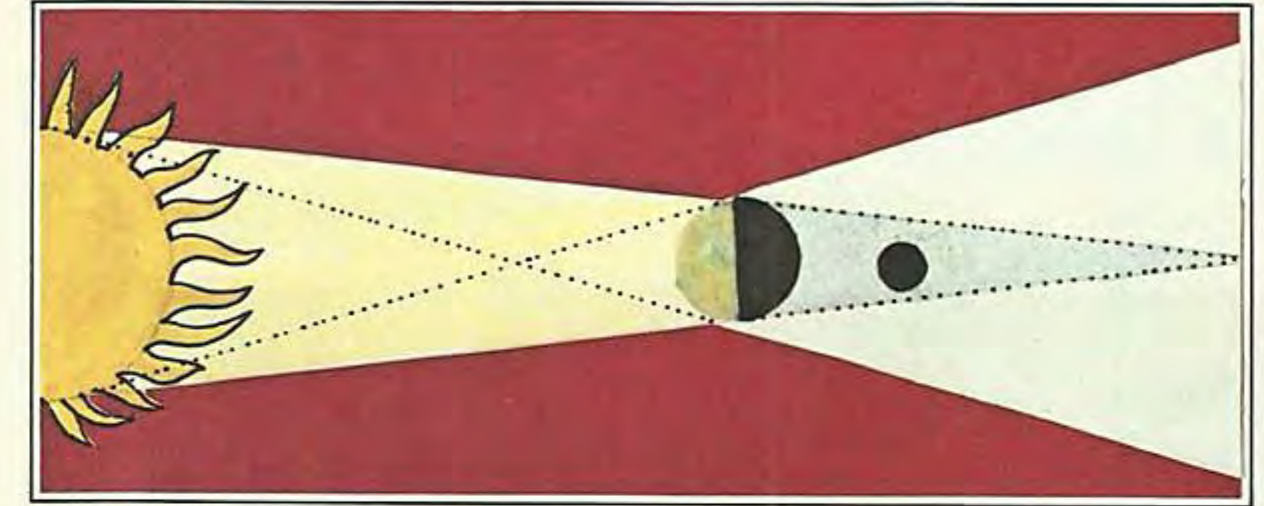
شكل ٣-ج

ولابدَّ أنّكَ قد شاهدتَ أو سَمِعتَ بظاهِرةِ الخُسوفِ وظاهِرَةِ الكُسوفِ فهاتان الظّاهِرتان هما أيضاً نتيجةٌ لظاهرةِ الظّلال .

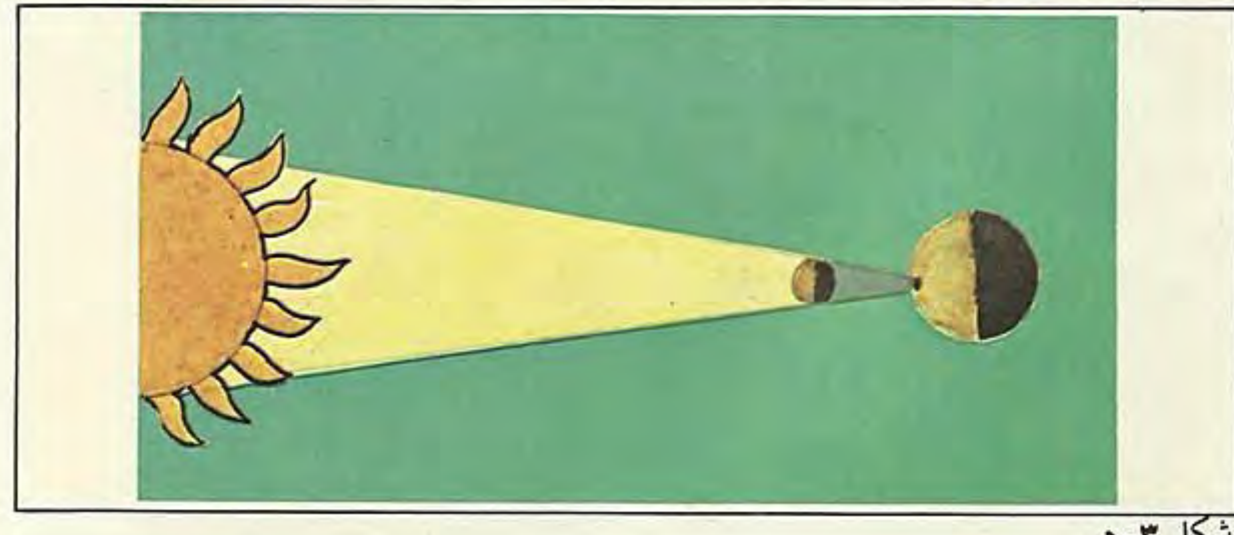
فظاهِرةُ خُسوفِ القَمرِ تحدثُ عندما يمرُّ القمرُ في منطقةِ ظِلّ الكُرةِ الأرضيَّة (شكل ٣-د) .

وأنتَ تعلمُ بأنَّ القمرَ يدورُ حولَ الكُرةِ الأرضيةِ ويحدثُ ، خلالَ دورانِه بين فترةٍ وأخرى ، أن يمرَّ في ظِلِ الأرضِ فيحتجبُ عنه ضوءُ الشّمسِ وتحدثُ بذلك ظاهرةُ الخُسوف .

أما ظاهِرةُ كُسوفِ الشّمسِ فتحدُثُ عندما يَمرُّ القمَرُ بين الشّمسِ والأرضِ ويسقطُ ظِلُّه على الأرضِ وعندئذٍ تَحتَجبُ الشّمسُ عن ذلك الجزءِ من الأرضِ فتحدثُ ظاهِرةُ الكُسوفِ (شكل ٣-هـ)



شكل ٣-د



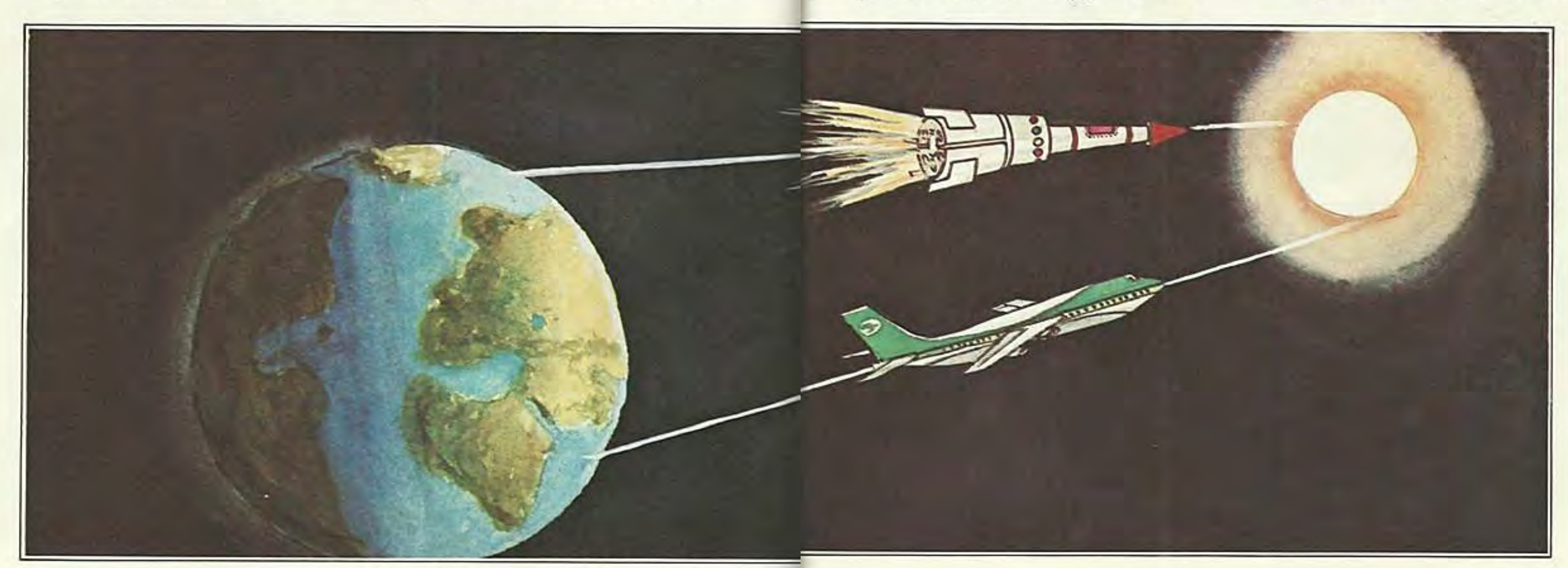
شكل ٣-هـ

ماهي سرعة انتقال الضوء

عَرَفتَ من التجاربِ السابقةِ شيئاً عن انتشارِ الضّوء بخطوطٍ مستقيمةٍ ، فلعلّكَ تُريدُ أن تعرفَ ما هي السُرعةُ التي يسيرُ بها الضّوءُ ؟ وأنت تعرفُ ، ولاشكّ ، أنَّ الضوءَ يسيرُ في الواقعِ بسُرعةٍ كبيرةٍ جدا . هل لاحظتَ مثلاً كيفَ أنَّ الضّوءَ ينتشرُ في الغُرفةِ بسُرعةٍ مُذهلةٍ وذلك بعد إشعالِ المصباحِ مُباشرة . وهل لاحظتَ خلالَ حدوثِ العواصِفِ الرَعديةِ كيفَ أن ضوءَ البَرقِ يصِلُنا قبلَ وصولِ صوتِ الرَعدِ بفترةٍ كَبيرةٍ نِسبياً على الرغمِ من أنّنا نعلمُ بأنَّ البرقَ والرَعدَ يحدُثان في السُّحبِ في آنٍ واحد . مع العلمِ أنَّ الصَّوتَ نفسَه يسيرُ بسُرعةٍ كبيرة . فالصّوتُ يسيرُ في الهواءِ بسُرعةٍ مقدارُها حَواليْ ٣٤٠ متراً في كلِّ ثانية . الاّ أن الضّوءَ أسرعُ من ذلك بكثير. فسُرعةُ الضّوءِ هي حواليْ ٣٠٠ ألف كيلومتر في الثّانية .

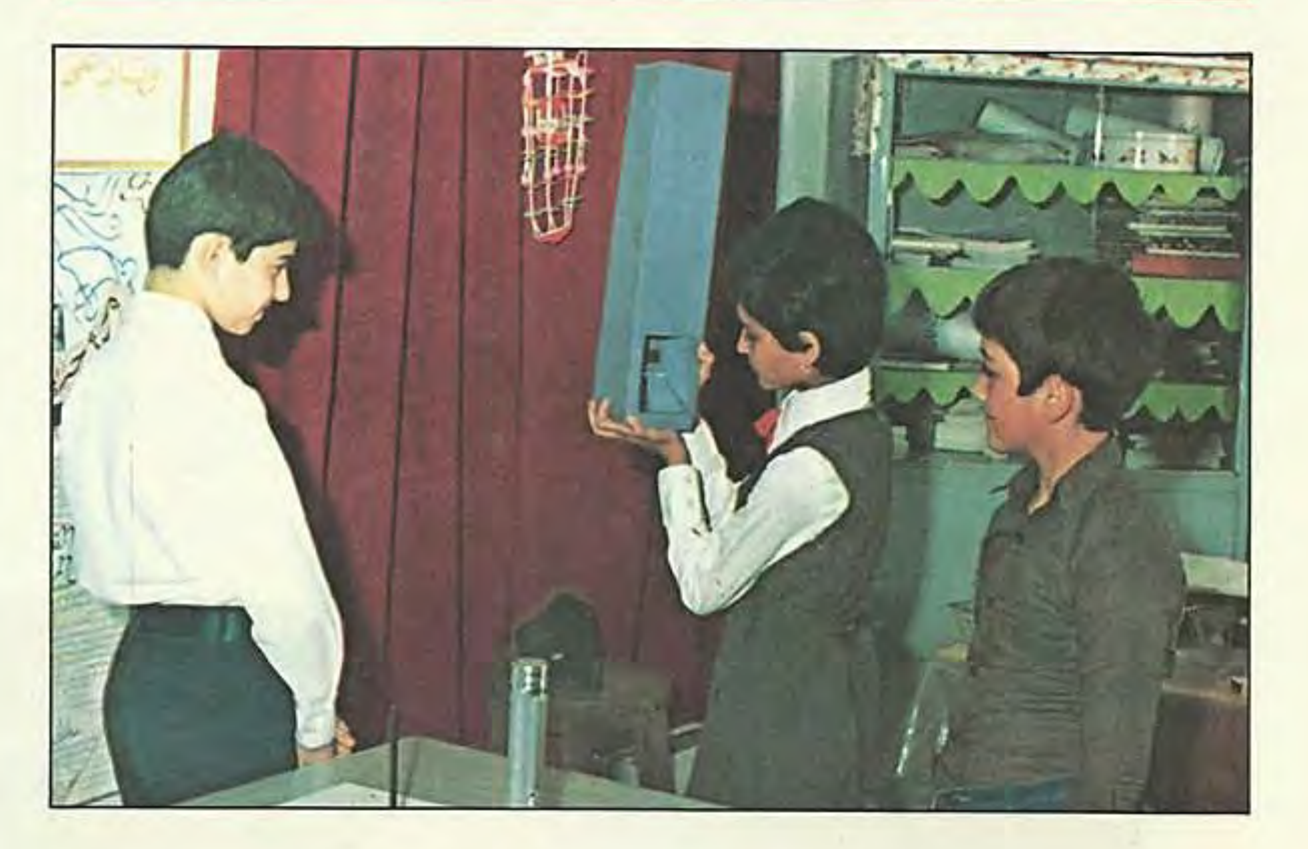
وفي حين أنَّ الصوتَ لا ينتقلُ الاّ في وسطٍ ماديّ، فهو لا ينتقلُ في الفراغِ فإن الضّوءَ يستطيعُ الانتقالَ في الفراغِ كما أنهُ ينتقلُ أيضاً في بعضِ الأوساطِ الماديّةِ وتسمى الأوساطَ الشفّافَة وهي الأوساطُ التي تسمحُ بمرورِ الضوء . وأنت تعلمُ أن الضّوءَ يصلُ الينا من الشّمسِ ومن النُّجومِ الأُخرى البعيدةِ عنّا على رَغمِ الفراغِ الذي يفصلها عن الكُرةِ الأرضية .

ويستغرقُ الضّوءُ للوصولِ من الشّمسِ الى الأرضِ حواليْ ثمانِ دقائقَ وربعِ الدقيقة ، علماً بأنّ المسافةَ من الشّمسِ الى الأرضِ تبلغ ١٥٠ مليونَ كيلومتر . ولو فرضنا – وهو مجرّدُ فرضٍ – بأنّ سَيارةً اعتياديةً اِستطاعتِ الوصولَ من الأرضِ الى الشّمسِ بسُرعةِ ١٠٠ كيلومترٍ في الساعةِ فسوفَ تستغرقُ لأكمالِ هذه السَّفرةِ مدّة ١٧٥ سنة .
ولو استطاعتْ طائرةٌ الوصولَ من الأرضِ الى الشّمسِ بسرعةِ ١٠٠٠ كيلومترٍ في الساعةِ فسوفَ تستغرقُ رحلتَها هذه ١٧٫٥ سنة . أمّا الصّواريخُ التي تسيرُ بسُرعة ٢٥ ألف كيلومترٍ في الساعةِ فإنّها تحتاجُ الى ثمانيةِ شُهورٍ لاكمالِ هذه السَّفرة .
فتأمّلْ مدى السُّرعةِ الهائلةِ للضّوء .



انعكاس الضوء

تجربة (٤) -كيف تستطيعُ رؤيةَ الأشياء التي وراءَ الحواجزِ؟



في التّجاربِ السّابقةِ عرفتَ كيف أنَ الضّوءَ ينتشرُ ويسيرُ بخطوطٍ مستقيمة . ومعنى ذلكَ انكَ عادةً لا تستطيعُ رؤيةَ الأشياءِ التي تفصلُكَ عنها حواجزُ معتِمةٌ لا ينفذُ منها الضّوء . ومع ذلكَ فسوف تستطيعُ في هذه التّجربةِ عملَ جهازٍ أو ناظورٍ يُمَكّنُكَ من رؤيةِ الأشياءِ التي تقعُ وراءَ الحواجزِ .

وتحتاج لعملِ هذا الناظورِ الى مرآتين من المرايا الاعتياديةِ التي نُسميها المرايا المستوية . وتحتاجُ كذلكَ الى أُنبوبةٍ عَرضُها يُساوي عَرضَ المرآةِ التي تستعملُها .

أما طولُ الأنبوبةِ فحسبَ رغبَتِك وحسبَ ارتفاعِ الحاجزِ الذي تريدُ أن تنظر من ورائه .

ثبّتِ المرآتين المُستويتينِ قربَ نِهايَتي الأنبوبةِ كما في (شكل-٤) ، بحيثُ تكونُ المرآتان متقابلتين ومائلتين بزاويةٍ مقدارُها ٤٥ درجة .

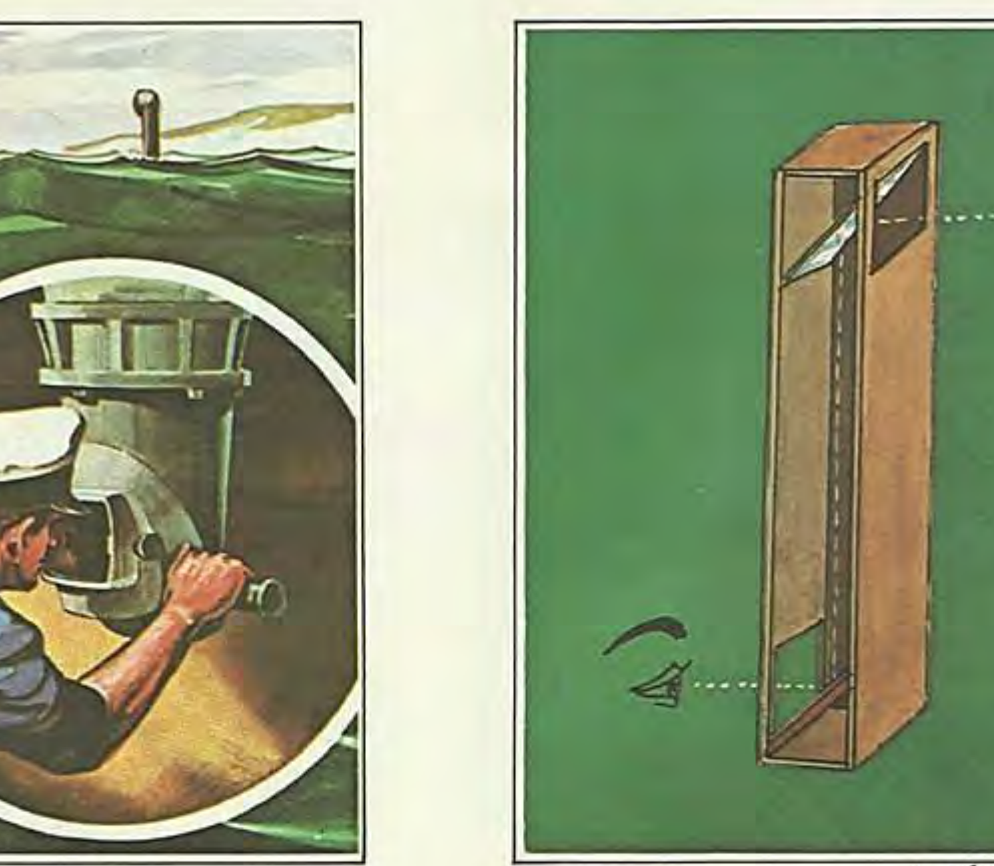
اعملْ فتحةً في كلِ طرفٍ من طرفي الانبوبةِ مقابلةً لوَجهِ المرآةِ المثبتةِ في ذلك الطّرف .

أمسكْ بالنّاظورِ في وضعٍ رأسيٍ أمامَ الجدارِ أو الحاجزِ الذي تُريدُ النّظرَ من ورائه بحيثُ تبرزُ نهايتهُ العُليا فوقَ الحاجزِ وبحيثُ تكونُ الفتحةُ متجهةً إلى الأمام . وانظرْ خلالَ المرآةِ في الطّرفِ الآخرِ. انكَ تستطيع الآنَ رؤيةَ الأشياء الموجودةِ وراء ذلك الحاجز .

لعلَّكَ قد لاحظتَ بأن اساسَ عملِ هذا النّاظورِ هو ظاهرةُ انعكاسِ الضّوءِ. فصورةُ الاشياءِ المَوجودةِ أمامَ المرآةِ العُليا تنعكسُ الى المرآةِ الموجودةِ في الطّرفِ الأسفلِ ثم الى العَين .

وإذا لم تتوفرْ لديكَ في البيتِ انبوبةٌ مناسبةٌ لهذا النّاظورِ أمكنَكَ عَملُ انبوبةٍ بنفسِكَ من الوَرقِ السَّميك أو من صَفيحةٍ مَعدنية . ويُمكنكَ أن تَجْعَلَ مقطعَ الأنبوبةِ دائرياً أو مربع الشّكل .

يستعملُ في الغواصاتِ ناظورٌ مماثِلٌ تقريباً لرؤيةِ الأَشياءِ الموجودةِ على سَطح الماءِ عندما تكونُ الغواصةُ غاطسةً في الماء .



شكل ٤



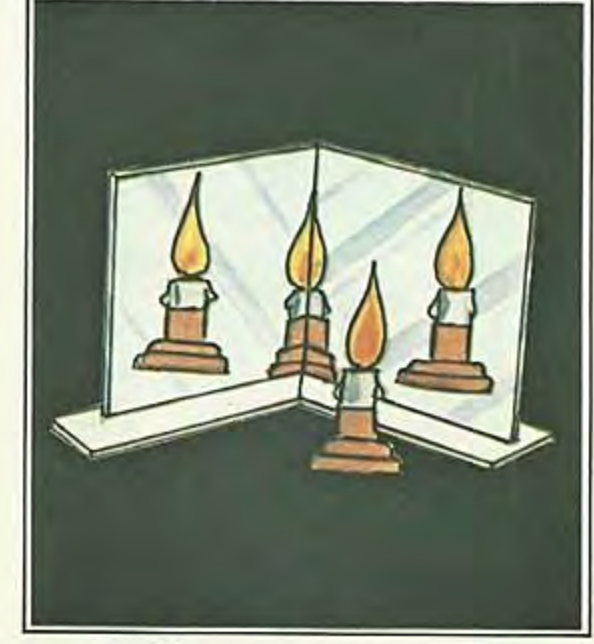
تجربة (٥)-كيف تحصلُ على صورٍ عديدةٍ لجسمٍ واحدٍ ؟

عندما تضعُ جسماً ما أمامَ مرآةٍ مستويةٍ اعتياديةٍ فسوفَ تتكونُ لهذا الجسمِ صورةٌ في المرآة . وهي صورةٌ واحدةٌ بطبيعةِ الحال . وتستطيعُ أن تتأكد من ذلك بوَضعِ (بكرةٍ) أمامَ مرآةٍ مستويةٍ من المَرايا المتوفرةِ لديكَ في البيت (شكل ٥-ا) .



شكل ٥-أ

إلاّ أنّك في هذه التجربةِ ستحصلُ على أكثرَ من صورةٍ واحدةٍ للجسمِ وتستطيعُ في الواقعِ الحصولَ على صُورٍ كثيرةٍ في آنٍ واحد . وتحتاجُ لإجراءِ هذه التَّجربةِ الى مرآتين مستويتين . ثبّتْ كلَّ مرآةٍ على قاعدةٍ من الخشبِ أو الفلّين بحيثُ تستطيعُ إيقافَها بصورةٍ رأسيةٍ فوقَ سطحِ المنضدة .



شكل ٥-ب

ضَعِ المرآتينِ متلامِستين ومتعامدتين كما في شكل (٥-ب) ثم ضَعْ جسماً ما ، مثلاً بَكرةً ، بين المرآتين كما في الشّكلِ . انظرْ في المرآتين . هل تستطيعُ رؤيةَ عدةِ صور للبكرةِ ؟ وهل عددُ الصّورِ ثلاثُ صورٍ ؟ تأكدْ من ذلك .

والآنَ صغّرِ الزاويةَ بين المرآتينِ واجعلها ٦٠ درجةً بدلاً من زاويةٍ قائمة . هل زاد عددُ الصورِ المتكوّنةِ في المرآتين ؟ هل هو خمسةُ صورٍ الآن ؟ سوفَ تجدُ أنَّ عددَ الصُّورِ يزدادُ كلّما قلّت درجةُ الزاويةِ بين المرآتين .

هل تستطيعُ أن تفكّرَ في سببِ تكوّنِ صُورٍ عديدةٍ عندَ استعمالِ المرآتين ؟

هل تعتقدُ بأنَّ كلَّ صورةٍ متكونةٍ في احدى المرآتين ستكونُ بمثابةِ جسمٍ موضوعٍ أمامَ المرآةِ الأخرى ؟ وهل يُفسِّرُ لك ذلك سببَ تكوُّنِ وتكرُّرِ الصّورِ ؟

يُمكنكَ اعادةُ التّجربةِ باستعمالِ قطعةٍ من العُمْلةِ أو قلمٍ مُثبتٍ على قاعدةٍ وسوفَ تحصلُ على صُورٍ متعددةٍ لقطعةِ العُملةِ أو للقَلَم .



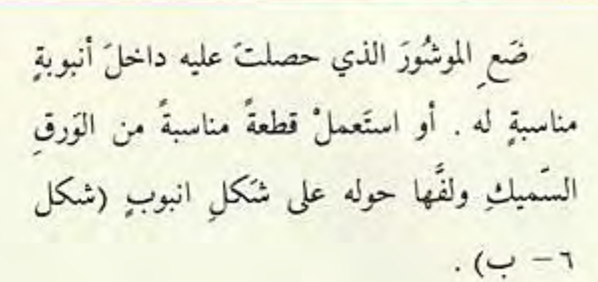
تجربة (٦) كيف تصنعُ ناظوراً للأشكالِ ؟



تستطيعُ الاستفادةَ من خاصيَّةِ تعدُّدِ الصّورِ في المرايا التي توجدُ بينها زوايا لعملِ ناظورٍ بسيطٍ يُمكّنكَ من الحصولِ على أشكالٍ متناظرةٍ وملونةٍ وجميلة .

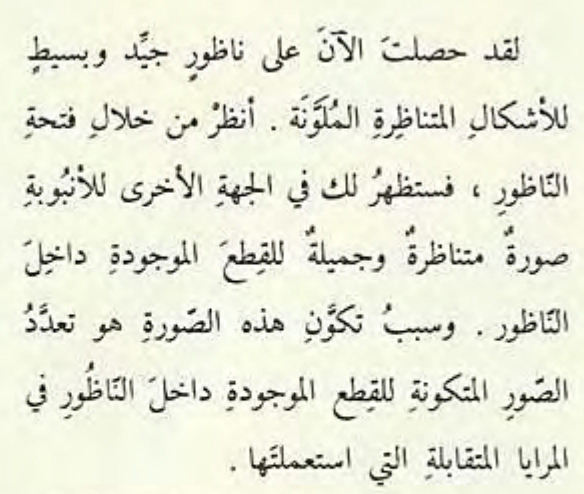
وتحتاجُ لعملِ هذا النّاظورِ الى مرآتين مستويتين طولُ كلٍ منهما حوالي ١٠ سم وعَرضها حوالي ٣ سم.وعندَ عدمِ توفرِها يمكنكَ قصُّ مرآةٍ كبيرةٍ باستعمالِ قاطعِ الزُّجاجِ . وتحتاجُ أيضاً الى قِطعةٍ من الزُّجاجِ العادي أو مرآةٍ ثالثةٍ بنفسِ القياسات .

ثبّتِ القِطعَ الثّلاثَ مع بَعضِها على شَكلِ موشورٍ ثُلاثي كما في الشّكل ٦ – أ باستعمالِ خيوطٍ مطاطيةٍ لربطِ القِطعِ مع بعضِها أو باستعمالِ شريطٍ لاصق . ويجبُ أن تكونَ أوجُهُ المَرايا المستعملةُ متقابلة .



ضَعِ الموشُورَ الذي حصلتَ عليه داخلَ أنبوبةٍ مناسبةٍ له . أو استَعملْ قطعةً مناسبةً من الوَرقِ السّميكِ ولفَّها حوله على شَكلِ انبوبٍ (شكل ٦ – ب) .

غطِّ أحدَ طَرفَي الأنبوبةِ بقطعةٍ من وَرقٍ نصفِ شفّافٍ أو من النايلونِ نصفِ الشّفاف . ضعْ في داخلِ الموشُورِ كميةً من قِطعِ الزُّجاجِ الصَّغيرةِ الملوَّنةِ أو قطعِ الورقِ الصّغيرةِ الملوّنة . ثم أغلقِ الطَّرفَ الثاني للأنبوبةِ بقطعةٍ من الوَرقِ السَّميكِ في وسَطِها فتحةٌ صغيرةٌ للنّظرِ من خِلاَلها .



لقد حصلتَ الآنَ على ناظورٍ جيِّدٍ وبسيطٍ للأشكالِ المتناظِرةِ المُلَوَّنة . أنظرْ من خلالِ فتحةِ النّاظورِ ، فستظهرُ لك في الجهةِ الأخرى للأنبُوبةِ صورةٌ متناظرةٌ وجميلةٌ للقِطعَ الموجودةِ داخلَ النّاظور . وسببُ تكوُّنِ هذه الصّورةِ هو تعدُّدُ الصّورِ المتكونةِ للقِطعِ الموجودةِ داخلَ النّاظُورِ في المرايا المتقابلةِ التي استعملتَها .

وتستطيعُ الآنَ تغييرَ الصّورةِ بمجرَّدِ رجِّ النّاظورِ وسوف تتغيرُ مواقعُ القِطعِ وتحصلُ كلَّ مرّةٍ على صورةٍ جديدةٍ وجَميلة .



شكل ٦–أ



شكل ٦–ب

المرايا أنواع مختلفة

في التّجاربِ الأخيرةِ السّابقةِ تعرّفتَ على نَوعٍ واحدٍ من انواع المرايا العاكسةِ للضّوءِ وهو النوعُ الذي نُسميه (المرايا المستوية) لأنَّ سطحَ هذا النوع من المرايا هو سطحٌ مستوٍ . وتوجدُ أنواعٌ أخرى من المرايا سطوحُها ليست مستويةً بل منحنية . ومنها المرايا التي يكونُ سطحُها جزءاً من سطحٍ كرويٍّ وهي نوعان مقعّرةٌ و محدّبة .



هل لاحظتَ المرآةَ الجانبيةَ في السيّارةِ ؟ إنَّها مرآةٌ محدَّبةٌ ولابدَ أنك لاحظتَ بأن الصُّورَ المتكونةَ في هذه المرآةِ هي صورةٌ مصغَّرةٌ أي أنَّ حجمَها أصغرُ من حَجمِ الجِسمِ الأصلي .

وهل لاحظتَ أيضاً بعضَ انواعِ المَرايا المستعملةِ في الحِلاقة . انَّ الصّورةَ المتكونَةَ في هذا النوعِ من المَرايا عند النَّظرِ فيها من قُربٍ تكونُ صورةً مكبَّرة . أي أنَّ حَجمَ الصّورةِ أكبرُ من حَجمِ الجسمِ الأصلي . وهذا النوعُ من المَرايا يسمّى (المرايا المقعّرة) .

وبامكانِكَ أنْ تلاحِظَ بسهولةٍ أنَّ الوجهَ المحدَّبَ هو الوَجهُ العاكسُ للضّوءِ في المِرآةِ المحدَّبة . أمّا الوجهُ العاكسُ للضّوءِ في المرآةِ المقعَّرةِ فهو الوَجهُ المقعَّرُ منها .

ولو أمكنكَ الحصولُ على مرآةٍ محدَّبةٍ وأُخرى مقعَّرةٍ فسوف تُحسُّ أنتَ وأصدقاؤكَ بمُتْعةٍ كبيرةٍ وانتم تلاحظون الصّورَ المُتكوِّنةَ فيها . حاولوا أن تنظُروا في المرآتين من مسافاتٍ مُختلفةٍ ولاحِظوا كيفَ تختلفُ الصّورةُ المتكوِّنةُ في كلِّ حالة .



انكسار الضوء

تجربة (٧) – لماذا تبدو العصا المغمورة في الماء مكسورةً ؟

تعرفتَ حتى الآنَ ومن خِلالِ التّجاربِ السّابقةِ على خاصّيّتين من خصائصِ الضّوءِ وهما خاصّيّةُ انتقالِ الضّوءِ بخطوطٍ مستقيمةٍ وخاصّيّةُ انعكاسِ الضّوءِ . في هذه التّجربةِ وعددٍ من التّجاربِ الأخرى سوفَ تتعرّفُ على خاصيّةٍ أخرى من خصائِصِ الضّوءِ وهي خاصيّةُ انكسارِ الضّوءِ .

وهذه التّجربةُ سهلةٌ جدّاً ولا تحتاجُ فيها إلا الى عصاً ووعاءٍ فيه ماءٌ ويُمكنكَ الاستعاضةُ عن العصا بالقَلمِ أو المِسطرةِ أو أيِّ شيءٍ مماثل . ضَعِ العَصا بصورةٍ مائلةٍ في الماءِ بحيثُ يبقى جزءٌ منها بارزاً خارجَ الماءِ . (شكل ٧ – أ) فماذا تلاحظ ؟ هل تبدو العصا مكسورةً ؟ وهل هي مكسورةٌ عند سطحِ الماءِ تماماً ؟

والآن اجعل العصا في وضعٍ رأسيٍّ أي بصورةٍ عموديّةٍ على سطحِ الماءِ (شكل ٧ – ب) هل تبدو الآنَ مكسورةً أيضاً !

شكل ٧–أ

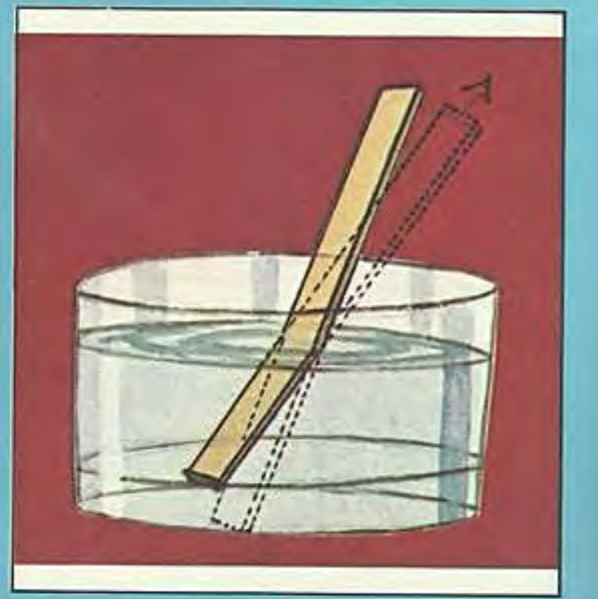
شكل ٧–ب

لعلّكَ قد لاحظتَ بأنَّ العصا تبدو مكسورةً عندما تُغمرُ في الماءِ بصورةٍ مائلةٍ فقط . ولا شكَّ أنّكَ تتساءلُ عن سببِ ذلكَ ؟

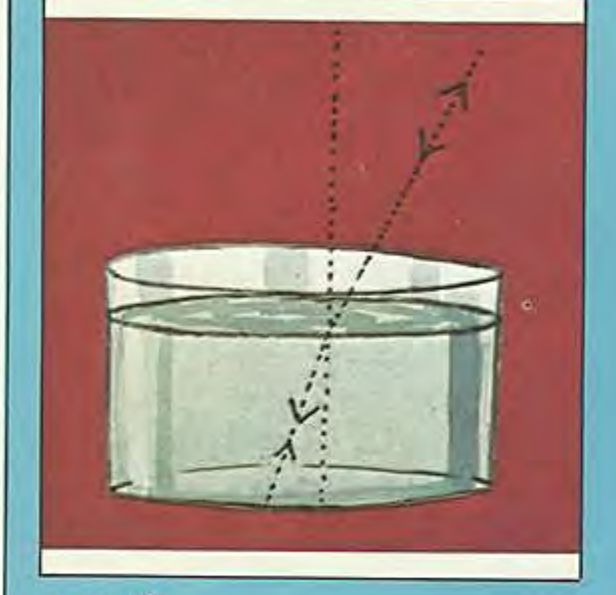
ولكننا نعلمُ وبكلِّ تأكيدٍ أن العصا ليست مكسورة . وعليه فإنَّ الضّوءَ الذي نرى بواسطته العصا ، هو الذي ينكسر . و(الشكل ٧ – جـ) يوضحُ ما يحدث للضّوءِ بصورة أدق .

فالضّوءُ الذي يأتي من الطّرفِ ب المغمورِ في الماءِ من العصا عندما يصلُ الى سطحِ الماءِ ينكسرُ ويغيّرُ اتجاهَه بحيثُ يَظهرُ الطّرفُ ب في الموقع ت وينطبقُ ذلك على بقيةِ نقاطِ العصا المغمورةِ في الماءِ فيظَهرُ الجزءُ د ب في الموقعِ د بَ . وبمعنى آخرَ فإن الشّعاعَ الضّوئيَّ ب د يأخذُ الاتجاهَ د اَ . أي أن الضّوءَ ينكسرُ عندَ سطحِ الماءِ .

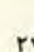
والشّكل ٧ – د يسهّلُ لنا إيضاحَ وفهمَ خاصيّةِ انكسارِ الضّوءِ . فالشعاعُ الضوئيُّ ، الذي يسقُطُ بصورةٍ مائلةٍ على سطحِ الماءِ ، ينكسر ويغيِّر اتجاهَه .



شكل ٧–جـ



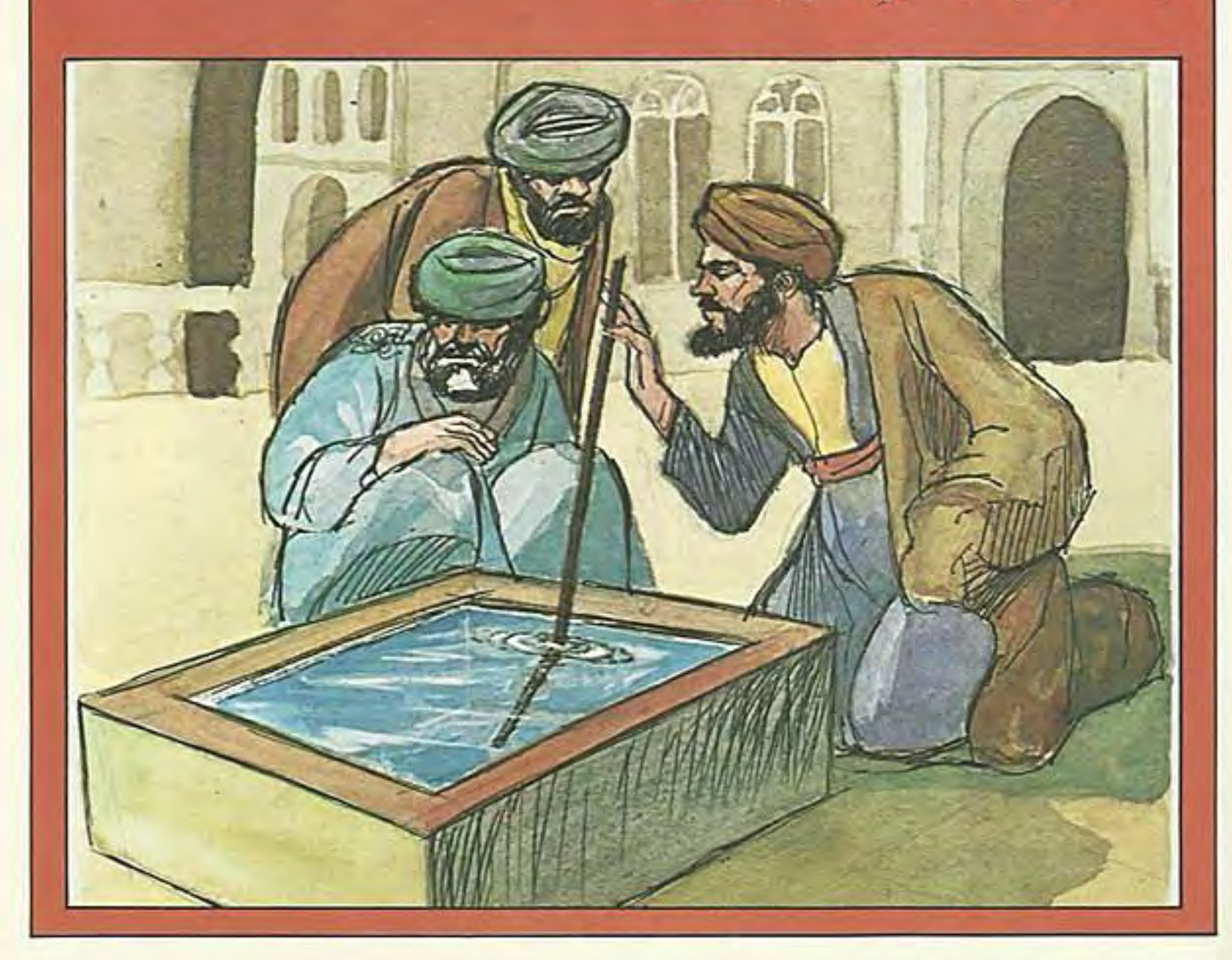
شكل ٧–د



وخاصيّةُ انكسارِ الضوءِ لاتقتصرُ على انكساره عندَ دخولهِ الى الماء أو خروجهِ منه ، بل تحدثُ كلّما انتقلَ الضّوءُ من وسطٍ معيّنٍ الى وسطٍ آخرَ مختلفٍ عن الأولِ في الكثافة . كانتقالِ الضّوءِ من الهواء الى أي سائلٍ آخرَ إضافةً الى الماء أو انتقالهِ من الهواء الى الزّجاج . بِشرط أن يسقطَ الضّوءُ بصورةٍ مائلةٍ على السّطحِ الفاصلِ بين الوسَطين .

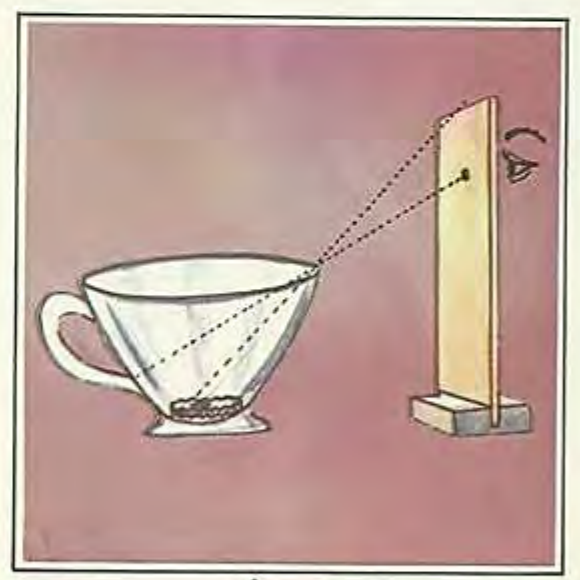
مفخرة من تراثنا العلمي العربي

وممّا يدعونا الى الفخرِ والاعتزازِ أنّ خاصيّةَ انكسارِ الضّوءِ والكثيرَ من خصائصِ الضّوءِ الأخرى كانتْ قد عُرفتْ ودُرستْ بصورةٍ علميّةٍ ودقيقةٍ من قبلِ علماءِ الحضارةِ العربيّةِ الاسلاميّةِ قبلَ أكثرَ من ألفِ عام . وكانَ من أشهرِ علمائِنا الذين برّزوا في علمِ الضّوءِ العالِمُ العربيُّ الحسنُ ابنُ الهيثمِ الذي اكتشفَ العديدَ من قوانينِ الضّوءِ وعرفَ الكثيرَ عن أجزاءِ العينِ والطّريقةِ الصّحيحةِ التي تتمُ بها رؤيةُ الأشياء . وقد حقّقَ علماءُ الحضارةِ العربيّةِ الاسلاميّةِ اكتشافاتٍ وانجازاتٍ رائعةً في جميعِ فروعِ العلومِ المختلفةِومن حقّكَ أن تفخرَ وتعتزّ بهم وبانجازاتهم . ومنْ واجبكَ أن تسعى للسير على طريقهم وتحقيقِ اكتشافاتٍ وانجازاتٍ علميّةٍ جديدةٍ تُضيفُها الى ماحققوهُ وأنجزوهُ في الماضي .



تجربة (٨) – كيفَ تستطيعُ رؤيةَ جسمٍ في قعرِ وعاءٍ عميقٍ ؟

إذا لم تكنِ التّجربةُ السّابقةُ كافيةً لإيضاحِ خاصيّةِ انكسارِ الضّوءِ فهذه تجربةٌ سهلةٌ أخرى لإيضاحِ هذه الخاصيّةِ . وهذه التّجربةُ هي أيضاً بمثابةِ لُعبةٍ لطيفةٍ تستطيعُ أن تقومَ بها مع أصدقائِك . وتحتاجُ لإجراءِ هذه التّجربةِ الى وعاءٍ معدني أو خزفيٍ عميقٍ نسبيّاً ، ويُمكنُكَ لهذا الغرضِ استعمالُ أحدِ أقداحِ شربِ الشّاي أو الحليبِ (كوب) . وتحتاجُ أيضاً الى حاجزٍ من الورقِ السّميكِ مثبتٍ بقاعدةٍ من الفلّينِ أو الخشبِ ويجبُ أن يحتويَ الحاجزُ على ثقبٍ صغيرٍ بالقربِ من حافتهِ العليا .



شكل ٨ – أ

ضعِ الوعاءَ العميقَ فوقَ سطحِ المنضدةِ وضعْ في قعرِه قطعةً من العملةِ المعدنيّةِ أو أيَّ قطعةٍ معدنيّةٍ صغيرةٍ ، ثم ضعِ الحاجزَ على المنضدةِ بجوارِ الوعاءِ وانظرْ من خلالِ الثّقبِ الى القطعةِ المعدنيّةِ ، ثم أبعدِ الحاجزَ تدريجيّاً الى أن تختفيَ القطعةُ المعدنيّةُ تماماً . ولا يعودُ بامكانكَ رؤيتُها من خلالِ الثّقبِ (شكل ٨ – أ)



شكل ٨ – ب

والآنَ وبكلِّ هدوءٍ ومن دونِ تحريكِ أيِ شيءٍ أسكبِ الماءَ في الوعاءِ الى أن يمتلئَ تقريباً بالماءِ .

انظرْ ثانيةً من ثقبِ الحاجزِ . هل تستطيعُ رؤيةَ القِطعةِ المعدنيّةِ ؟ لماذا ظهرتِ القِطعةُ الآنَ ؟ (شكل ٨ – ب) .

هل تستطيعُ تفسيرَ ظهورِ القِطعةِ المعدنيّةِ بعدَ إضافةِ الماءِ بخاصّيّةِ انكسارِ الضّوءِ ؟ هل تعتقدُ أن الضّوءَ الآتيَ من القِطعةِ المعدنيّةِ سوف ينكسرُ عند وصولِهِ الى سطحِ الماءِ وخروجهِ الى الهواءِ ؟ وهل كان يُمكنُ أن تظهرَ القِطعةُ المعدنيّةُ لولا خاصّيّةُ الانكسارِ هذه ؟



العمق الظاهري للسوائل

هل لفتَ نظرَكَ يوماً أنَّ الماءَ في حوضِ السّباحةِ أو في النّهرِ يبدو لكَ ظاهرياً أقلَّ عُمقاً من عمقهِ الحقيقي . ومن المحتملِ أنّك قد أخطأتَ التّقديرَ أحيانا . وعندما تنزلُ الى الماءِ تجدُ أنَّهُ أعمقُ ممّا كنتَ تتصوَّر .

وربما أيضاً قد لفتَ نظرَكَ بأنَّ النَّفْطَ في صفيحةِ النَّفْطِ في بيتِكَ يبدو أقلَّ عُمقاً من عمقِهِ الحقيقي .

وتستطيعُ أنْ تتأكَّدَ من ذلك بسهولةٍ بأن تنظُرَ الى النَّفْطِ في داخلِ الصّفيحةِ ، ثمَّ تَنْظرَ الى الصّفيحةِ من الخارجِ .

هل تستطيعُ تفسيرَ هذه الظّاهرةَ بمعلوماتِكَ السّابقةِ عن خاصيَّةِ انكسارِ الضّوءِ ؟ وهل تعتقدُ أن الضّوءَ الذي يأتي من قعرِ الوعاءِ الذي يحتوي على الماءِ أو النَّفْطِ أو السّوائلِ الأخرى ينكسرُ بنفسِ الطّريقةِ التي أشرنا اليها في التّجربةِ السّابقةِ ؟



وهل يؤدّي ذلكَ الى ارتفاعِ القعرِ ظاهراً كما ارتفعتِ القِطعةُ المعدنيّةُ ظاهريّاً في التّجربةِ المذكورة ؟

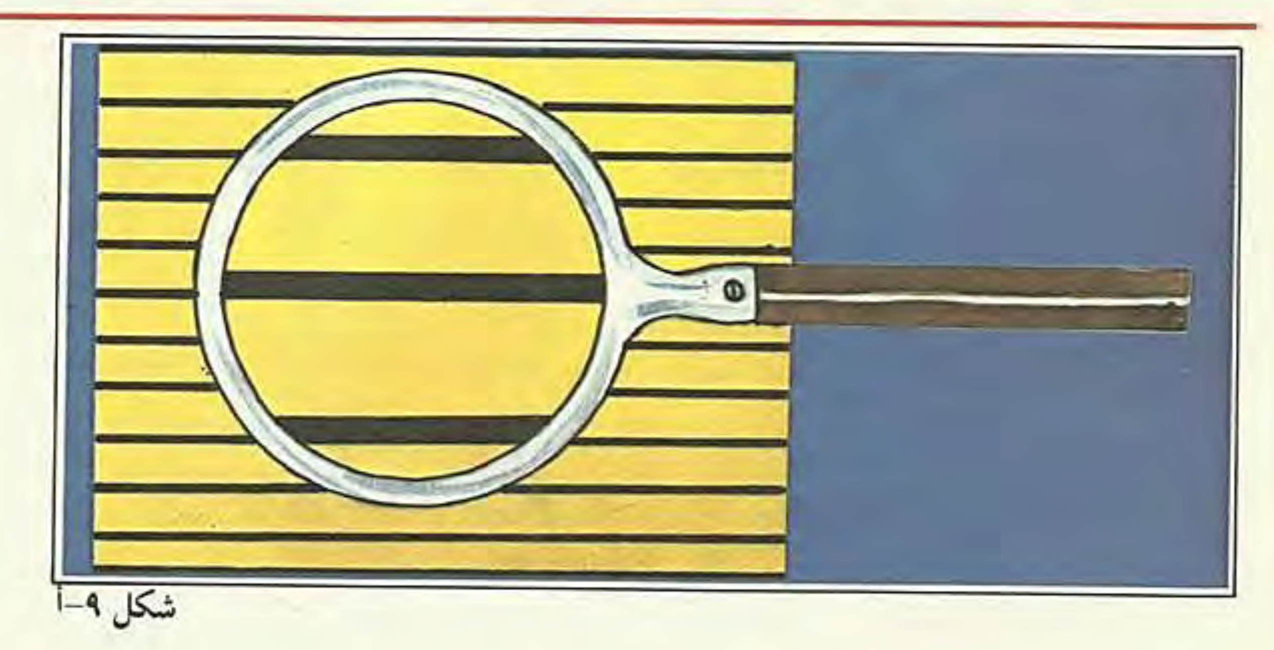
وهل تعتقدُ الآنَ بأنّك عندما تنظُرُ الى الأسماكِ الجميلةِ التي تسبحُ في حوضِ الأسماكِ فإنَّها في الواقعِ موجودةٌ على عمقٍ أكبرَ من العُمقِ الذي يبدو لك .

انَّ صيّادي الأسماكِ الذين يستعملونَ الرّماحَ أو السّهامَ يعرفونَ هذه الحقيقةَ من خبرتِهم اليوميّة . ولذلك فهم يوجّهونَ رماحَهم أو سهامَهم الى منطقةٍ من الماءِ أعمقَ قليلاً من المنطقةِ التي تبدو لهم السّمكةُ موجودةٌ فيها . فهم يعرفونَ أنَّ السّمكةَ موجودةٌ في الواقعِ على عمقٍ أبْعَدَ قليلاً من العمقِ الظّاهريِّ الذي يبدو لهم . وأنت تعرفُ الآنَ بأنَّهم على حقٍ في ذلك . أليسَ كذلك ؟





تجربة (٩) – كيف تقيسُ قوّةَ التّكبير للعدسةِ المكبّرة :


شكل ٩–أ

لعَلّكَ قد شاهدتَ واحدةً من العدساتِ المكبّرة . فإنَّ بعضَ الأشخاصِ الكبارِ في السّن ممن تضعفُ عيونُهم يستعملونَ مثلَ هذه العدساتِ في القراءةِ لتكبيرِ صورِ الكلماتِ الصّغيرة . وربّما تكونُ قد استعملتَ أنتَ أيضاً عدسةً من هذا النّوعِ في فحصِ حشرةٍ من الحشراتِ أو صخرةٍ من الصّخورِ لرؤيةِ الأجزاءِ الدّقيقةِ فيها .

في هذه التّجربةِ سوف تستطيعُ قياسَ قوّةِ التكبيرِ للعدسةِ المكبّرة . وتحتاجُ لإجراءِ هذه التّجربةِ الى عدسةٍ مكبّرةٍ والى ورقةٍ مخطّطةٍ بخطوطٍ متوازيةٍ متقاربة . وإذا لم تتوفرْ لديكَ ورقةٌ مُخطّطةٌ أو إذا لم تكن الخطوطُ متقاربةً فيُمكنُكَ تخطيطُ الورقةِ أو اضافةُ خطوطٍ اليها باستعمالِ مسطرةٍ وقلم .

ضعِ العدسةَ على مسافةٍ مناسبةٍ من الورقةِ المخطّطة . وقد تحتاجُ الى تحريكِها قليلاً الى أنْ تظهرَ الخطوطُ من العدسةِ واضحةً (شكل -٩-أ) هلْ تلاحظُ بأن الخطوطَ داخلَ العدسةِ تبدو متباعدةً عن بعضِها بالقياسِ الى المسافاتِ بين الخطوطِ على الورقةِ خارجَ العدسةِ ؟ هل يؤكدُ لكَ ذلكَ بأن العدسةَ تكبّرُ فعلاً الصّورَ التي تظهرُ من خلالِها .

ولحسابِ قوّةِ تكبيرِ العدسةِ احسبْ عددَ الفواصلِ التي تبدو بينَ الخطوطِ في داخلِ العدسةِ واحسبْ عددَ الفواصِلِ الحقيقيةِ المقابلةِ لها خارجَ العدسةِ واستخرجْ بالقسمةِ عددَ الفواصلِ الحقيقيةِ التي تقابلُ فاصلةً واحدةً داخلَ العدسة . وهذا النّاتجُ يمثلُ قوةَ التّكبيرِ للعدسة .

وفي الشكل ٩ – أ من الواضح أن مسافتينِ فاصلتينِ داخلَ العدسةِ تقابلُها ٦ فواصِلَ خارجَ العدسة .

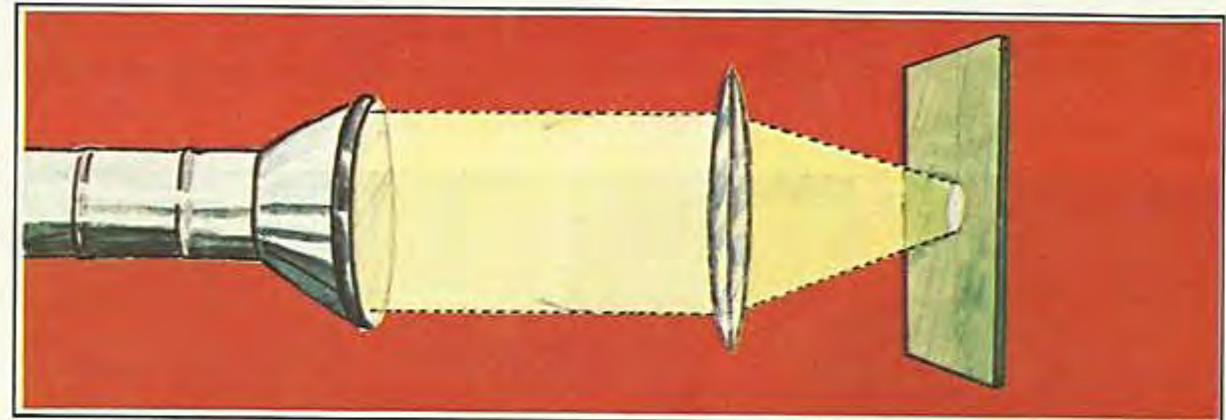
قوّة تكبير العدسة = $\frac{٦}{٢}$ = ٣

أي أن هذه العدسةَ تكبّرُ صورةَ الاشياء بمقدارِ ثلاثةِ أضعاف . وتوجدُ عدساتٌ تكبّرُ الصّورةَ عشراتِ ومئاتِ المرّاتِ ويُمكنُ استعمالُ عدّةِ عدساتٍ للتكبيرِ في آنٍ واحدٍ ويُسمى الجهازُ النّاتجُ باسمِ (المجهر) أو (الميكرسكوب) وله فوائدُ واستعمالاتٌ كثيرة .

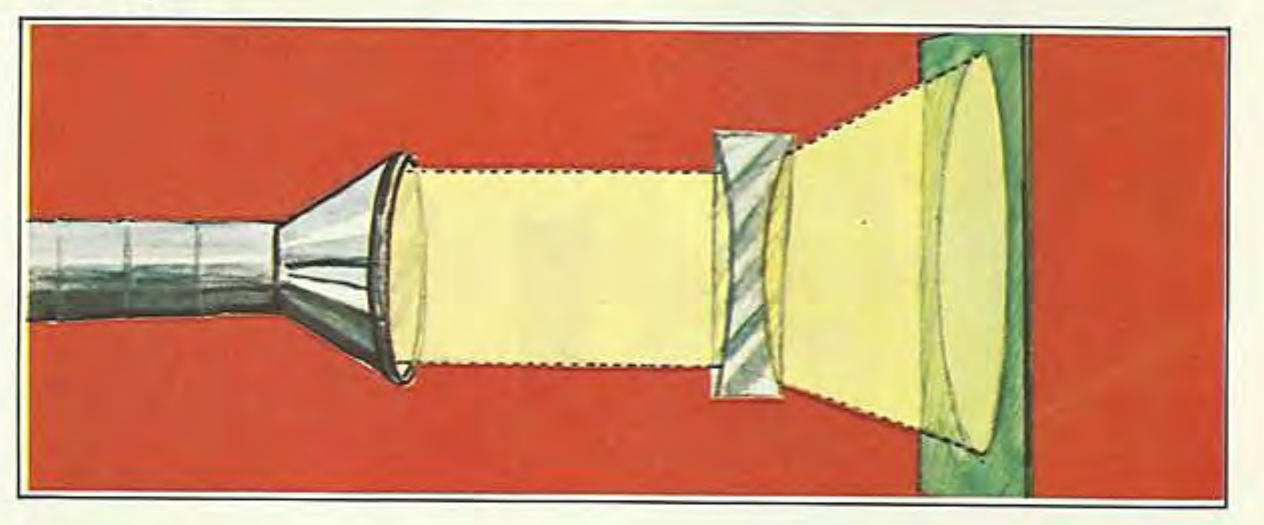


العدسات أنواع مختلفة

لو لمستَ العدسةَ المكبرةَ التي استعملتَها في التّجربةِ السّابقة بيدك لوجدتَها سميكةً من الوسطِ ورقيقةً من الأطراف . ومثلُ هذه العدسةِ يقال لها (العدسةُ المحدَّبةُ) . ويوجدُ نوعٌ آخرُ من العدساتِ تكونُ رقيقةً من الوسطِ سميكةً من الأطرافِ يقال لها (العدسةُ المقعَّرةُ) ولو وجّهتَ الضّوءَ من مصباحٍ كهربائيٍ الى عدسةٍ محدَّبةٍ ثم وضعتَ حاجزاً أبيضَ أمامَ العدسةِ لوجدتَ أن هذه العدسةَ تلمُّ الأشعةَ الضّوئيةَ التي تنفذ فيها (شكل ٩ – ب) ولذلك فالعدسةُ المحدَّبةُ تُسمى أيضاً (العدسة اللامّة)



شكل ٩ – ب



شكل ٩ – جـ

أمّا إذا وجّهتَ الضّوءَ الى عدسةٍ مقعَّرةٍ فسوفَ تجدُ أنّها تفرّقُ الاشعةَ الضّوئيةَ النّافذةَ منها (شكل ٩ – جـ) ولذلك فالعدسةُ المُقعَّرةُ تُسمى أيضاً (العدسة المفرّقة)

ولو أتيحَ لكَ الحصولُ على عدسةٍ لامَّةٍ وعدسةٍ مفرِّقةٍ فسوفَ يكونُ بامكانكَ ، أنتَ وأصدقاؤك ، القيام بتجاربَ عديدةٍ ممتعةٍ عن الصّورِ المتكوِّنةِ في العدسات . وبامكانِكم النظرُ من خلالِ هذه العدساتِ الى أشياءَ موجودةٍ على مسافاتٍ مختلفةٍ وملاحظةُ كيفَ تختلفُ الصّورةُ المتكونةُ في كلّ حالة . بامكانِكم أيضاً استعمالُ شمعةٍ مشتعلةٍ وحاجزٍ أبيضَ وبتحريكِ العدسةِ بينَ الشّمعةِ والحاجزِ وملاحظةُ الصّورةِ التي تتكونُ في بعض الحالاتِ على الحاجزِ للشّمعة .



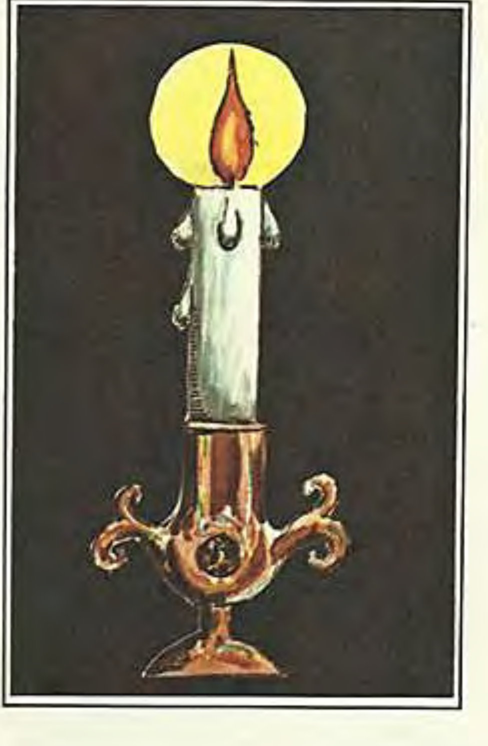
مصادر الضوء نوعان

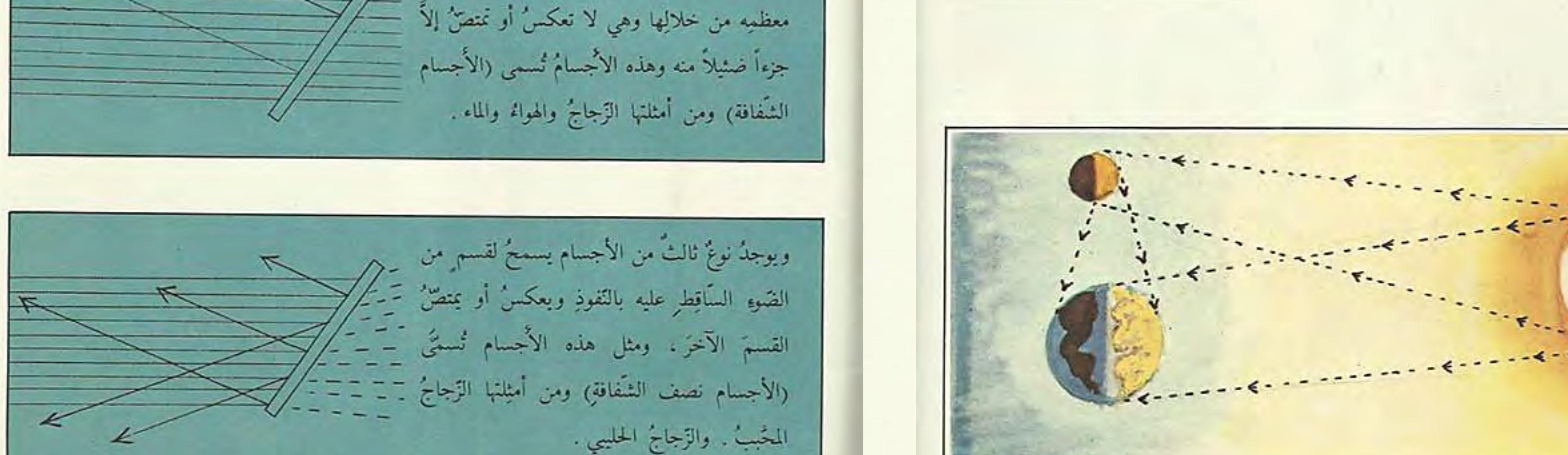
بعضُ الأجسامِ المضيئةِ ينبعثُ الضّوءُ منها ذاتياً . ومن أمثلةِ هذه الأجسامِ الشّمسُ والنّجومُ والمصابيحُ الكهربائيةُ والمصابيحُ النّفطيةُ والشّموعُ وأمثالُها . ومثلُ هذه الأجسامِ المضيئةِ تسمى (مصادرَ ذاتيةِ الاضاءةِ) .

وبعضُ الأجسامِ المضيئةِ الأخرى لا ينبعثُ الضّوءُ منها ذاتياً بل هي تُضيءُ بما ينعكسُ عنها من الضّوءِ السّاقطِ عليها . ومثل هذه الأجسامِ تُسمى (مصادرَ غيرَ ذاتيةِ الاضاءةِ) ومنها الأرضُ والقمرُ والأثاثُ والأشجارُ وأجسامُنا وغيرُ ذلك من الأجسامِ الكثيرة .









الاجسامُ معتمةٌ أو شفافةٌ أو نصف شَفافةٍ

بعضُ الأجسامِ لا تسمحُ للأشعةِ الضّوئيةِ بالنفوذِ مِن خلالِها بل تعكسُها أو تمتصُّها ويُطلقُ على مثلِ هذه الاجسامِ اسم (الاجسام المعتمة) ومن أمثلتِها أجسامُنا والأشجارُ والأثاثُ والصخورُ والخشبُ والمعادنُ وأمثالُها .

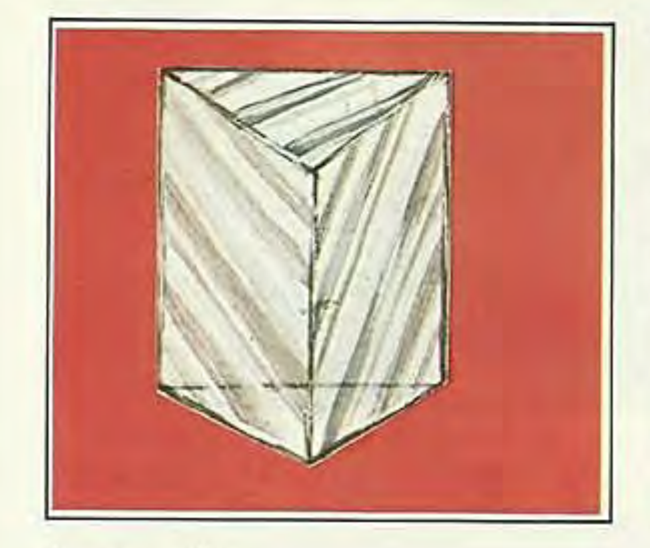
بعضُ الاجسامِ الأُخرى تسمحُ بنفوذِ الضّوءِ أو معظمِه من خلالِها وهي لا تعكسُ أو تمتصُّ إلاّ جزءاً ضئيلاً منه وهذه الأجسامُ تُسمى (الأجسام الشّفافة) ومن أمثلتِها الزّجاجُ والهواءُ والماء .

ويوجدُ نوعٌ ثالثٌ من الأجسامِ يسمحُ لقسمٍ من الضّوءِ السّاقطِ عليه بالنفوذِ ويعكسُ أو يمتصُّ القسمَ الآخرَ . ومثل هذه الأجسامِ تُسمَّى (الأجسام نصف الشّفافةِ) ومن أمثلتِها الزّجاجُ المحبّبُ . والزّجاجُ الحليبي .

تحلل الضوءِ الأبيض إلى ألوانه

تجربة (١٠) – تحليلُ الضّوءِ الأبيضِ بواسطة الموشورِ الزّجاجي :

عندما تنظرُ الى حافةِ مرآةٍ سميكةٍ أو زجاجةٍ سميكةٍ فن المرجّح أنكَ ستشاهدُ بعضَ الألوان . ولعلّكَ تتوقعُ بأنَّ مصدرَ هذه الألوانِ هو الضّوءُ الأبيضُ الموجودُ في الغرفةِ والآتي من الشّمسِ أو من المصابيحِ التي نستعملُها للانارة . وأنتَ ولا شكَّ مصيبٌ تماماً في توقُّعِكَ هذا . فالضّوءُ الأبيضُ ، في الواقعِ مزيجٌ من ألوانٍ عديدة . وفي هذه التّجربةِ سوفَ تتأكّدُ من ذلك بنفسكَ ، وسوف تستطيعُ أيضاً معرفةَ الألوانِ التي يتكوّنُ منها الضّوءُ الأبيض .



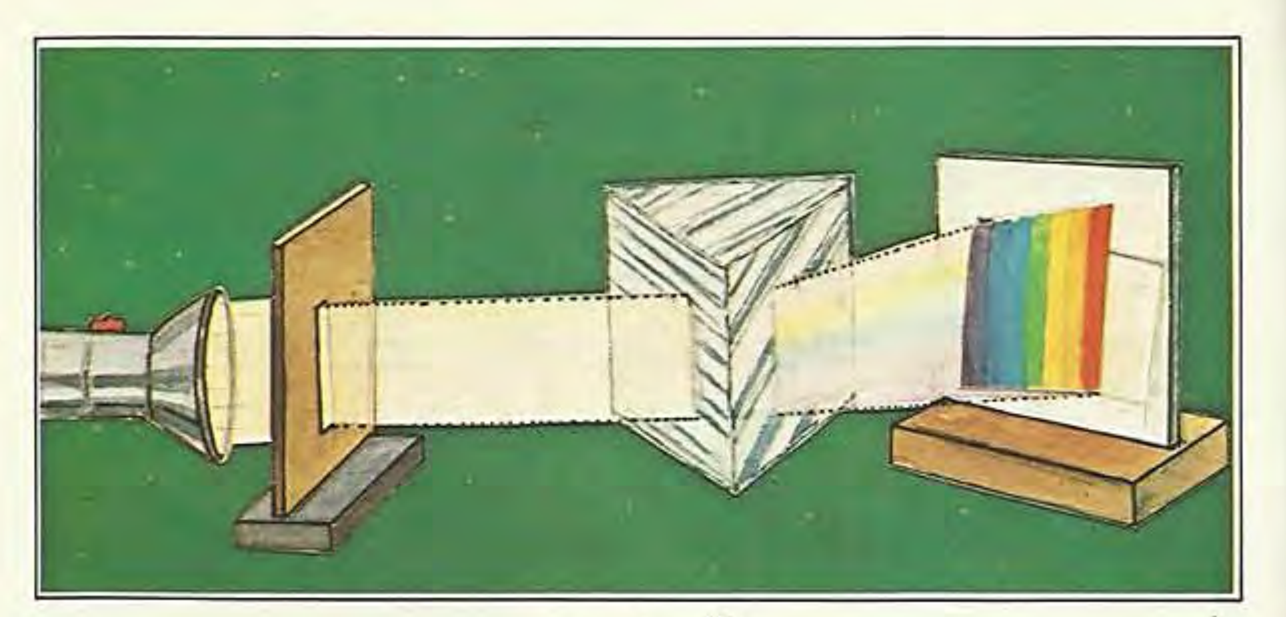
شكل ١٠ – أ

ونحتاجُ لإجراءِ هذه التّجربةِ الى موشور زجاجيٍّ ثلاثيّ . والموشور الثلاثيُّ هو جسمٌ له ثلاثةُ أوجهٍ جانبيّةٍ كلٌّ منها على شكلِ مستطيلٍ وله قاعدتانِ كلٌّ منهما على شكلِ مثلث (شكل ١٠ – أ)

ونحتاجُ أيضاً الى حاجزٍ يحتوي على شقٍّ ضيّقٍ ويُمكنكَ عملُ هذا الحاجزِ من قطعةٍ من الورقِ السّميكِ مثبتةٍ على قاعدةٍ من الخشبِ أو الفلّين معَ عملِ شقٍّ رأسي في اسفلِ البطاقة (شكل ١٠ – ب)



شكل ١٠ – ب



شكل ١٠ – جـ

كذلك تحتاجُ الى مصدرٍ للضّوءِ القوي مثل مصباحٍ كهربائيٍّ يدوي وحاجزٍ أبيض يتكوّنُ من قطعةٍ من الورقِ الأبيضِ السّميكِ مثبتةٍ على قاعدةٍ من الخشبِ أو الفلّين .

ضَع الموشورَ الزّجاجيَّ الثّلاثيَّ على سطحِ المِنضدةِ بحيثُ تكونُ احدى قاعدتيهِ المثلثتين الى أسفل (شكل ١٠ – جـ) وضَع الحاجزينِ على جهتي الموشورِ كما في الشّكل . ثم وجِّهِ الضّوءَ من المصباحِ الكهربائيِّ اليدويِّ من خلالِ الشّقِ الموجودِ في الحاجزِ المشقوق . وسوف تظهرُ على الحاجزِ الآخرِ الأبيضِ منطقةٌ مضيئةٌ ملوّنةٌ . وإذا لم تظهرْ هذه المنطقةُ ، أو إذا لم تكن الألوانُ واضحةً ، فحرِّكِ الحاجزَ المشقوقَ بحيثُ تتأكدُ بأن الضّوءَ المارَّ من خلالِ الشّقِ يسقطُ بصورةٍ جيدةٍ على الوجهِ المقابلِ للشّقِ من الموشورِ الزّجاجي . ثمَّ حرِّكِ الحاجزَ الأبيضَ بحيثُ يسقُطُ الضّوءُ الملوّنُ على هذا الحاجزِ بصورةٍ جيّدة . ويُمكنكَ أيضاً تحريكُ الموشورِ أو تدويرُه قليلاً للحصولِ على منطقةٍ مُلَوّنةٍ واضحةٍ على الحاجزِ الأبيض . ويجبُ أيضاً إجراءُ هذه التّجربةِ في غرفةٍ مظلمةٍ لكي تكونَ الألوانُ النّاتجةُ أكثرَ وضوحا .



دقّقِ الآنَ النّظرَ في الألوانِ الظّاهرةِ على الحاجزِ فَستَجدُ أنّها سبعةُ ألوان : في أحد الطّرفينِ اللّونُ الأحمرُ وفي الطّرفِ الآخرِ اللّونُ البنفسجيُّ وبينها بقيّةُ الألوانِ وبحسبِ التّرتيبِ التالي :

الأحمرُ ، البرتقاليُّ ، الأصفرُ ، الأخضرُ ، الأزرقُ ، النيليُّ ، البنفسجيُّ ، ويُطلَقُ على هذه الألوانِ التي يتكونُ منها الضّوءُ الأبيضُ إسم (ألوان الطّيْف الشّمسي) ويُطلقُ عليها أيضاً (ألوان قوس قُزح) . هل تأكدتَ الآن بأنَ الضّوءَ الأبيضَ هو مزيجٌ من هذه الألوانِ السّبعة . ولعلّكَ قد عرفتَ أيضاً لماذا تظهرُ لك بعضُ الألوانِ عندما تنظرُ في حافةِ مرآة سميكةٍ أو زجاجةٍ سميكةٍ فهذه الحافةُ تعملُ عملَ الموشورِ الزّجاجيّ الثلاثيّ وتحللُ الضّوءَ الأبيضَ الى ألوانه السّبعة .



ألوان الأجسام



تجربة (١١) – متى تظهرُ الوردةُ الحمراءُ سوداء ؟



شكل ١١–ب



شكل ١١–أ

في الشّكل ١١ – ا صورةٌ لوردةٍ حمراء . هل بامكانِكَ أنْ تجعلَ هذه الوردةَ تبدو سوداء ؟ استعملْ لوحاً زجاجياً أو بلاستيكياً أخضرَ اللون (شكل ١١– ب) . انظرْ الى صورةِ الوردةِ من خلالِ هذا اللّوح . هل تبدو الوردةُ سوداء ؟ ولماذا ؟

لمعرفةِ السّببِ يجبُ أن نعرفَ لماذا تبدو الأجسامُ المختلفةُ بألوانها المختلفةِ ؟ وهنا يجب أن نتذكرَ ماعرفَناه في التّجربةِ السّابقةِ عن الضّوءِ الأبيض . فهوكما عرفنا مزيجٌ من سبعةِ ألوانٍ وهي التي اطلقنا عليها اسمَ (ألوان الطّيفِ الشّمسي) أو (ألوان قوسِ قُزح) .

وعندما يسقُطُ الضّوءُ الأبيضُ على جسمٍ من الأجسام فإنَّ ذلكَ الجسمَ يظهرُ بلونٍ معيَّنٍ بحسبِ ما يمتصُّهُ مِنَ الألوانِ السّبعةِ للضّوءِ الأبيضِ ومايعكسُه أو ينفذُه منها .

فالوردةُ الحمراءُ تبدو حمراء لأنّها تمتصُ جميعَ الوانِ الضّوءِ الأبيضِ عدا اللّونَ الأحمرَ فهي تعكسهُ ولذلك تبدو حمراء .

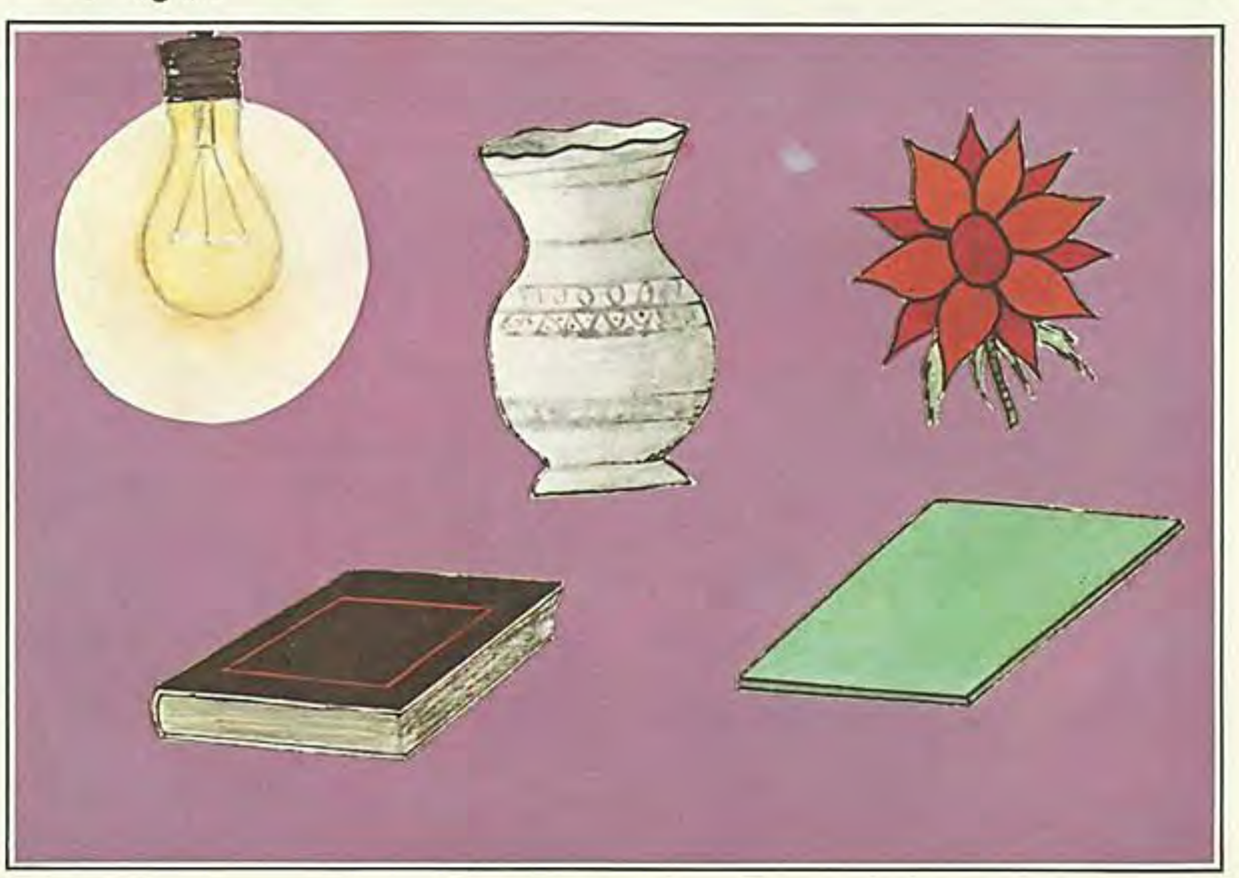
واللّوحُ الزّجاجيُّ الأخضرُ يبدو أخضرَ لأنّه يمتصُ جميعَ ألوانِ الضّوءِ الأبيضِ السّاقطِ عليه عدا اللّون الأخضر الذي يبدو أخضر.

وبنفسِ الطّريقةِ يُمكنُ تفسيرُ ألوانِ بقيةِ الأجسامِ الملّونة . الأجسامُ البيضاءُ تعكسُ جميعَ ألوانِ الضّوءِ الأبيضِ ، أمّا الاجسامُ السّوداءُ فهي تمتصُ جميعَ الألوانِ للضّوءِ السّاقطِ عليها فلا ينعكسُ عنها شيءٌ من الضّوءِ فتبدو سوداء (شكل ٦ - ج).

تستطيعُ أنْ تعرفَ الآنَ وعلى ضوءِ ما عرفناه عن الضّوءِ الأبيضِ وعن الألوانِ لماذا تظهرُ الوردةُ الحمراءُ سوداء عندما ننظر اليها من خلالِ لوحٍ زجاجيٍّ أخضر؟ (شكل ٦ - د)

عندما يسقطُ الضّوءُ الأبيضُ على الوردةِ الحمراء فإنّها تمتصُ جميعَ ألوانِه عدا اللّونَ الأحمرَ الذي تعكسه . وعندما يسقطُ الضّوء الأحمرُ الآتي من الوردةِ على اللوحِ الزّجاجيِّ الأخضرِ يمتصُّه اللّوح . وبذلك لا يصلُ الى العينِ أيُّ ضوءٍ من الوردةِ وبذلك تظهرُ الوردةُ سوداء .

شكل ٦–ج

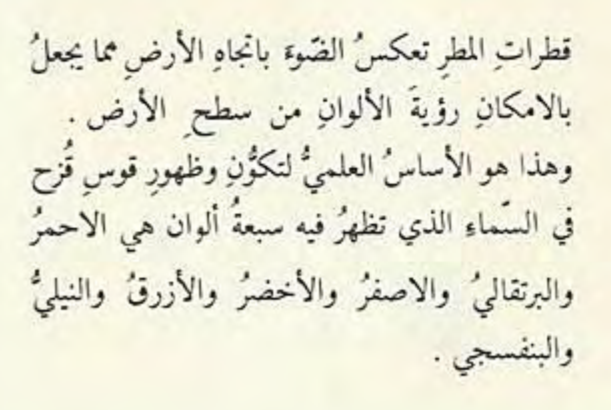


شكل ٦–د

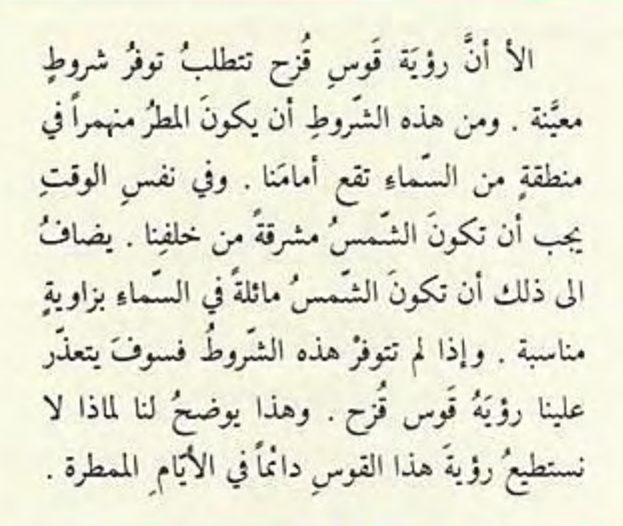


قوس قزح في الطبيعة متى يظهر وكيف يتكون ؟

يتكوَّنُ قُوس قُزح في السَّماء في الأيامِ الممطرةِ بسببِ تحللِ الضَّوءِ الأبيضِ الآتي من الشَّمسِ عند نفوذِه من ملايين قطراتِ الماء الصَّغيرةِ التي يتكوَّنُ منها المطر . فكل قطرةٍ من قطراتِ المطرِ تعملُ عملَ الموشورِ الزّجاجّي الثّلاثيّ في تحليلِ الضَّوءِ الأبيضِ الى ألوانِه السّبعة . وبالاضافةِ الى ذلك فإنَّ قطراتِ المطرِ تعكسُ الضَّوء باتجاهِ الأرضِ مما يجعلُ بالامكانِ رؤيةَ الألوانِ من سطحِ الأرض . وهذا هو الأساسُ العلميُّ لتكوُّنِ وظهورِ قوسِ قُزح في السَّماء الذي تظهرُ فيه سبعةُ ألوان هي الاحمرُ والبرتقاليُّ والاصفرُ والأخضرُ والأزرقُ والنيليُّ والبنفسجي .







الأ أنَّ رؤيَة قَوسِ قُزح تتطلبُ توفرُ شروطٍ معيَّنة . ومن هذه الشّروطِ أن يكونَ المطرُ منهمراً في منطقةٍ من السَّماء تقع أمامَنا . وفي نفسِ الوقتِ يجب أن تكونَ الشّمسُ مشرقةً من خلفِنا . يضافُ الى ذلك أن تكونَ الشّمسُ مائلةً في السّماء بزاويةٍ مناسبة . وإذا لم تتوفرْ هذه الشّروطُ فسوفَ يتعذّر علينا رؤيَةُ قَوس قُزح . وهذا يوضحُ لنا لماذا لا نستطيعُ رؤيةَ هذا القوسِ دائماً في الأيامِ الممطرة .



تجربة (١٢) - كيف تعملُ قوس قُزح بنفسِك ؟

والآن ، وقد عرفتَ من الفقرة السّابقة ما هو قَوس قُزح وما الشّروطُ التي يجبُ أن تتوفرَ لكي يتكوَّنَ ولكي تستطيعَ رؤيتَه ، صار بامكانِك عملُ قَوس قُزح بنفسِكَ في حديقةِ منزلِكَ وباستعمالِ رشّاشِ الماء المتصلِ بحنفيةِ الماء في الحديقة .

إخترْ وقتاً مناسباً لاجراء هذه التّجربةِ عندما تكونُ الشّمسُ مائلةً في السّماء بزاويةِ حوالي ٤٥ درجة فوقَ الأفُقِ أو نحوَ ذلك . اربطْ رشّاشَ الماء بالحنفيةِ وافتحِ الحنفيةَ بأقصى طاقتِها . ثم قفْ وظهرُكَ الى الشّمسِ ووجه الماءَ من الرشّاشِ أمامكَ والى أعلى . وسوف ينتشرُ الماءُ من الرشّاشِ على شكلِ المطر . انظرْ الى رذاذِ الماء وعلى الأرجحِ سوفَ يظهرُ لك قَوس قُزح بصورةٍ واضحة . وكلما كانت قوّةُ اندفاعِ الماء في خرطومِ الماء أشدَّ كان القوسُ الذي تحصلُ عليه أكثرَ وضوحا . حاولْ تحريكَ رشّاشِ الماء الى اليمينِ واليسارِ بُسرعةٍ

لتوسيع المنطقةِ التي ينتشرُ فيها الماء وسوفَ يكونُ قَوس قُزح النّاتج أكبر .

ولا شكَّ أنّكَ تعرفُ الآنَ جيِّداً كيفَ يتكونُ هذا القوسُ ولماذا يتكوَّن . فهو يتكونُ بنفسِ الطّريقةِ التي يتكوَّنُ بها قوسُ قُزح في السّماء . وتعملُ قطراتُ الماء التي يقذفُها رشّاشُ الماء عمل قطراتِ المطرِ في تحليلِ ضوءِ الشّمسِ الأبيضِ الى ألوانه السّبعة . فيظهرُ القوسُ بألوانِه السّبعةِ الأحمرِ والبرتقاليِّ والاصفرِ والأخضرِ والأزرقِ والنيليِّ والبنفسجي .

ولا شكَّ أنكَ مع أصدقائِك قد وجدتم متعةً كبيرةً في اجراء هذهِ التّجربةِ التي نختتمُ بها هذا الكتابَ ولعل هذه التّجربةَ وبقيةَ تجاربِ الكتابِ ستكونُ حافزاً لك على مُواصَلَةِ الدراسةِ ومواصلةِ التّجاربِ عن الضّوءِ في كتبٍ ومصادرَ أخرى .





تنويه

تمَّ تصويرُ التّجاربِ الواردةِ في هذا الكتابِ في مدرسةِ الجامعةِ الابتدائيةِ المختلطةِ في تربيةِ بغداد/ الكرخ وبمشاركةِ مجموعةٍ من تلاميذ وتلميذات الصّفين الخامسِ والسّادسِ في المدرسةِ وباشرافِ إدارةِ ومعلّمةِ العلومِ فيها . .